

CHAPTER02 직류 회로

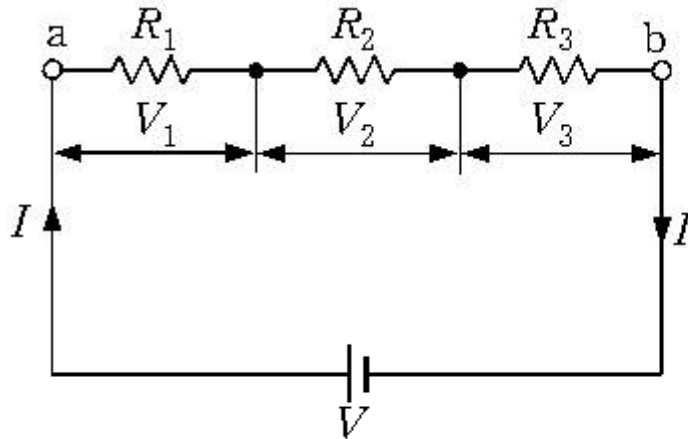
Contents

- 2.1 저항의 접속
- 2.2 브리지 회로
- 2.3 $\Delta - Y$ 등가 변환
- 2.4 폐회로 해석법
- 2.5 전원의 변환
- 2.6 중첩의 원리
- 2.7 테브난의 정리
- 2.8 배율기와 분류기
- 2.9 전지의 접속
- 2.10 열전현상
- 2.11 전류의 화학작용
- 2.12 전지반응과 종류

2.1 저항의 접속

▶ 직렬접속과 병렬접속

◆ 직렬 접속 (합성저항) - 전류 일정, 전압 다름



[직렬 회로의 특성]

- ① 전류 I : 일정
- ② $V = V_1 + V_2 + V_3$
- ③ $V = IR$ 에서 $V \propto R$
- ④ $R = R_1 + R_2 + R_3$

그림 2.1 저항의 직렬 접속

$$V_1 = IR_1, \quad V_2 = IR_2, \quad V_3 = IR_3$$

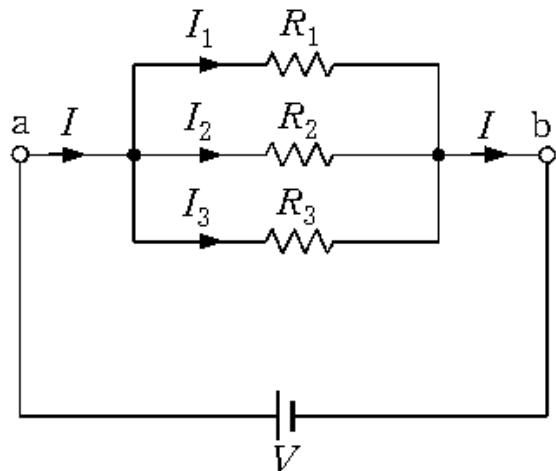
$$V = V_1 + V_2 + V_3 = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$R = \frac{V}{I} = R_1 + R_2 + R_3$$

2.1 저항의 접속

▶ 직렬접속과 병렬접속

◆ 병렬 접속 (합성 저항) - 전압일정, 전류 다름



[병렬 회로의 특성]

① 전압 V : 일정

② $I = I_1 + I_2 + I_3$

③ $V = IR$ 에서 $I \propto \frac{1}{R}$

④ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

그림 2.2 저항의 병렬 접속

$$I_1 = \frac{V}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V}{R_2}, \quad I_3 = \frac{V}{R_3}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) V$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

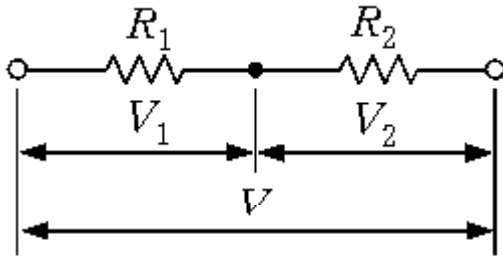


$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

2.1 저항의 접속

▶ 전압 분배 법칙과 전류 분류 법칙

◆ 전압 분배 법칙



(a) 전압 분배 법칙

합성저항

$$R = R_1 + R_2$$

전체전류

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1 + R_2}$$

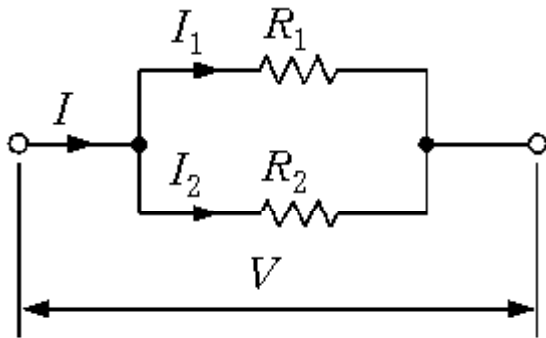
각각의 전압

$$\begin{cases} V_1 = R_1 I = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V \\ V_2 = R_2 I = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V \end{cases}$$

2.1 저항의 접속

▶ 전압 분배 법칙과 전류 분류 법칙

◆ 전류 분류 법칙



(b) 전류 분류 법칙

합성저항

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

단자전압

$$V = R_1 I_1 = R_2 I_2 = RI$$

각각의 전류

$$\begin{cases} I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{RI}{R_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I \\ I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{RI}{R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I \end{cases}$$

2.1 저항의 접속

(1) 합성저항

① 직렬 접속 : $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

동일 저항 r 의 n 개의 직렬 접속 : $R = nr$

② 병렬 접속 : $R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$ $\left(\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)$

동일 저항 r 의 n 개의 병렬 접속 : $R = \frac{r}{n}$

(2) 전압 분배 법칙 : $V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V$, $V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$

전류 분배 법칙 : $I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$, $I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$

2.2 브리지 회로

▶ 브리지 회로

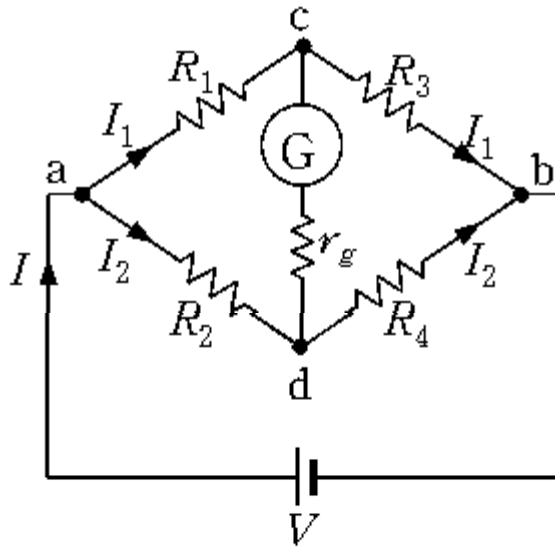


그림 2.7 브리지 회로

$$\begin{cases} R_1 I_1 = R_2 I_2 & \therefore \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2} \\ R_3 I_1 = R_4 I_2 & \therefore \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_3}{R_4} \end{cases}$$

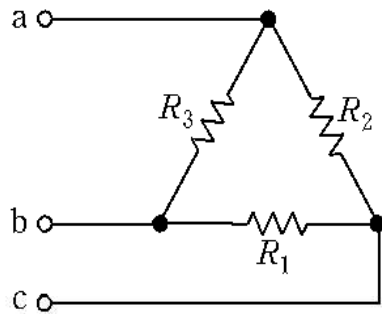
평형 조건

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad \therefore R_1 R_4 = R_2 R_3$$

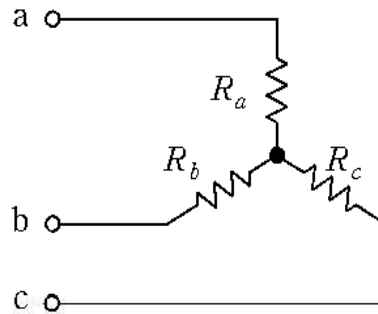
◆ 휘트스톤 브리지(Wheatstone bridge) : 브리지 회로를 기본 회로로 하는 계측기

2.3 Δ-Y 등가 변환

▶ Δ-Y 등가 변환



(a) Δ 결선



(b) Y 결선

그림 2.10 Δ-Y 등가 변환

▶ Δ→Y 등가 변환

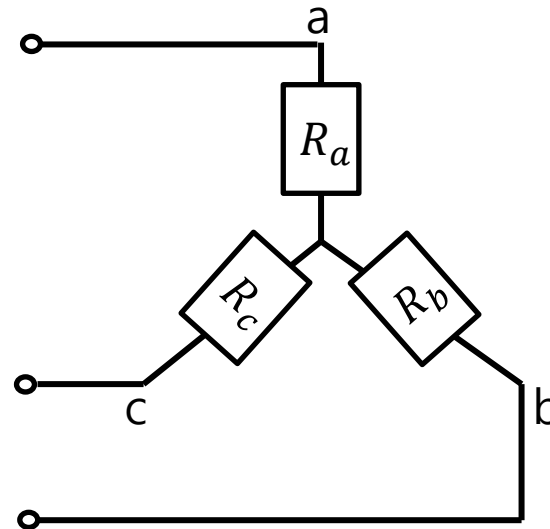
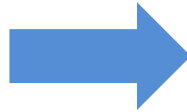
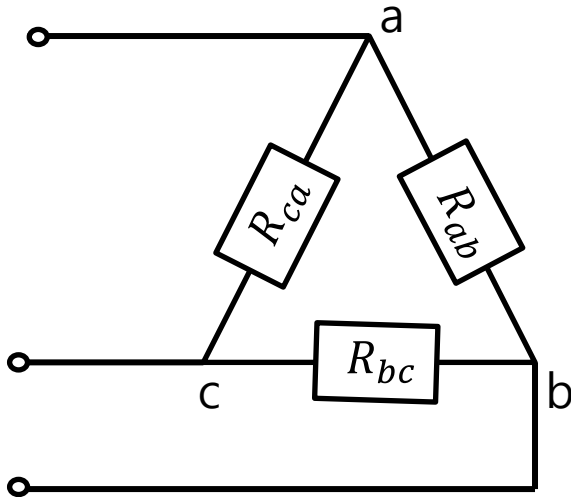
$$\begin{cases} R_a = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \\ R_b = \frac{R_3 R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \\ R_c = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \end{cases}$$

▶ Y → Δ 등가 변환

$$\begin{cases} R_1 = \frac{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}{R_a} \\ R_2 = \frac{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}{R_b} \\ R_3 = \frac{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}{R_c} \end{cases}$$

2.3 Δ-Y 등가 변환

▶ Δ-Y 등가 변환

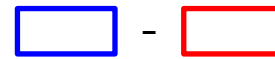


$$R_a + R_b = \frac{R_{ab}(R_{bc} + R_{ca})}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$

$$R_b + R_c = \frac{R_{bc}(R_{ca} + R_{ab})}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$

$$R_c + R_a = \frac{R_{ca}(R_{ab} + R_{ca})}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$

$$R_a + R_b + R_c = \frac{R_{ab}R_{bc} + R_{bc}R_{ca} + R_{ca}R_{ab}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$



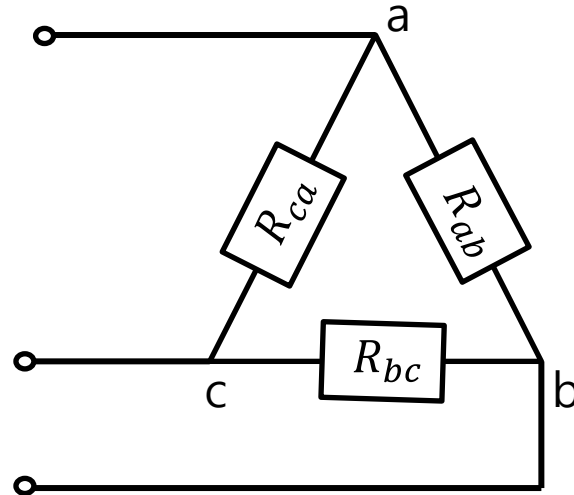
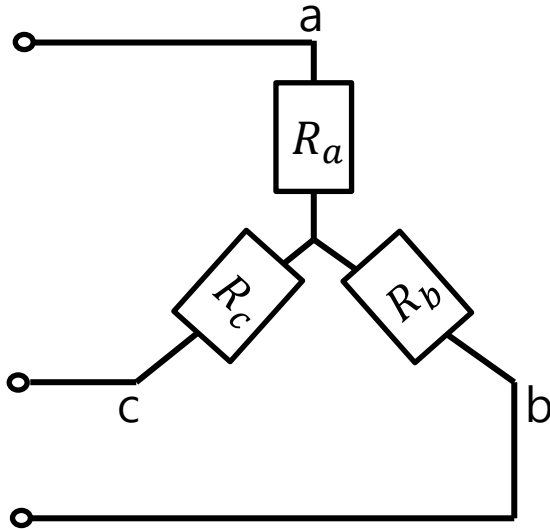
$$R_a = \frac{R_{ab}R_{ca}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$

$$R_b = \frac{R_{bc}R_{ab}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$

$$R_c = \frac{R_{ca}R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$

2.3 Δ-Y 등가 변환

▶ Y-Δ 등가 변환



$$R_a = \frac{R_{ab}R_{ca}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$

$$R_b = \frac{R_{bc}R_{ab}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$

$$R_c = \frac{R_{ca}R_{bc}}{R_{ab} + R_{bc} + R_{ca}}$$

$$R_a = \frac{R_{ab}}{\frac{R_{ab}}{R_{ca}} + \frac{R_{bc}}{R_{ca}} + 1}$$

$$\frac{R_b}{R_c} = \frac{R_{ab}}{R_{ca}}, \quad \frac{R_b}{R_a} = \frac{R_{bc}}{R_{ca}}$$

$$R_a = \frac{R_{ab}}{\frac{R_b}{R_c} + \frac{R_b}{R_a} + 1} = \frac{R_{ab}(R_c R_a)}{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}$$

$$\therefore R_{ab} = \frac{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}{R_c}$$

$$R_{ab} = \frac{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}{R_c}$$

$$R_{bc} = \frac{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}{R_a}$$

$$R_{ca} = \frac{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}{R_b}$$

2.3 Δ -Y 등가 변환

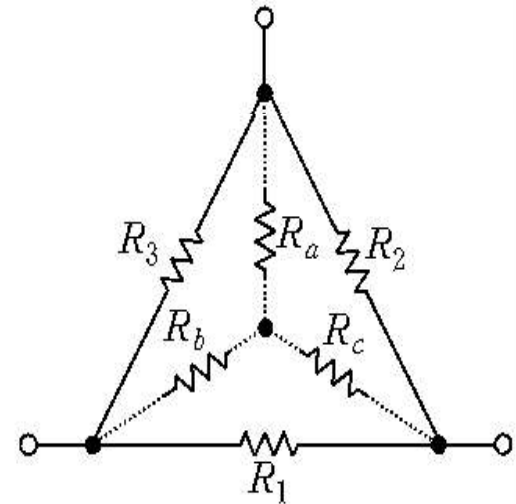


브리지 회로, Δ -Y 변환

(1) 브리지 회로의 평형 조건 : $R_1R_4 = R_2R_3$

(2) Δ -Y 변환 : 브리지 회로의 평형 조건 불만족시 적용

$$\begin{cases} R_a = \frac{R_2R_3}{R_1+R_2+R_3} \\ R_b = \frac{R_3R_1}{R_1+R_2+R_3} \\ R_c = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2+R_3} \end{cases}$$



Δ -Y 결선의 저항 관계 : $R_Y = \frac{1}{3} R_\Delta$ ($R_1 = R_2 = R_3 = R$)

2.4 폐회로 해석법

▶ 폐회로 해석법 순서

- ① 독립적이 폐회로의 각각에 대해 순환하는 폐회로 전류를 **시계 방향으로 가정함**
- ② 각각의 회로의 폐로 전류의 방향으로 통일 한 뒤, **K.V.L에 의해 전압방정식을 세움**
- ③ 위에서 도출한 연립방정식을 풀어 **폐로 전류를 구하고**,
폐로 전류의 가감에 의해 회로의 **각 부분에 대한 실제 전류값을 구한다.**

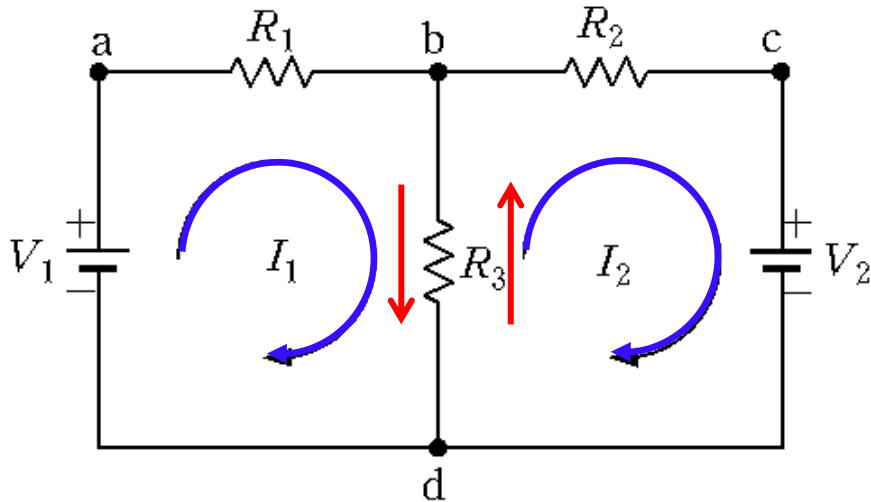


그림 2.14 폐로 해석법

$$\begin{cases} R_1 I_1 + R_3 (I_1 - I_2) = V_1 & (\text{폐로 } I_1 \text{ 기준}) \\ R_3 (I_2 - I_1) + R_2 I_2 = -V_2 & (\text{폐로 } I_2 \text{ 기준}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} (R_1 + R_3) I_1 - R_3 I_2 = V_1 \\ -R_3 I_1 + (R_2 + R_3) I_2 = -V_2 \end{cases}$$

2.5 전원의 변환

▶ 전원의 변환

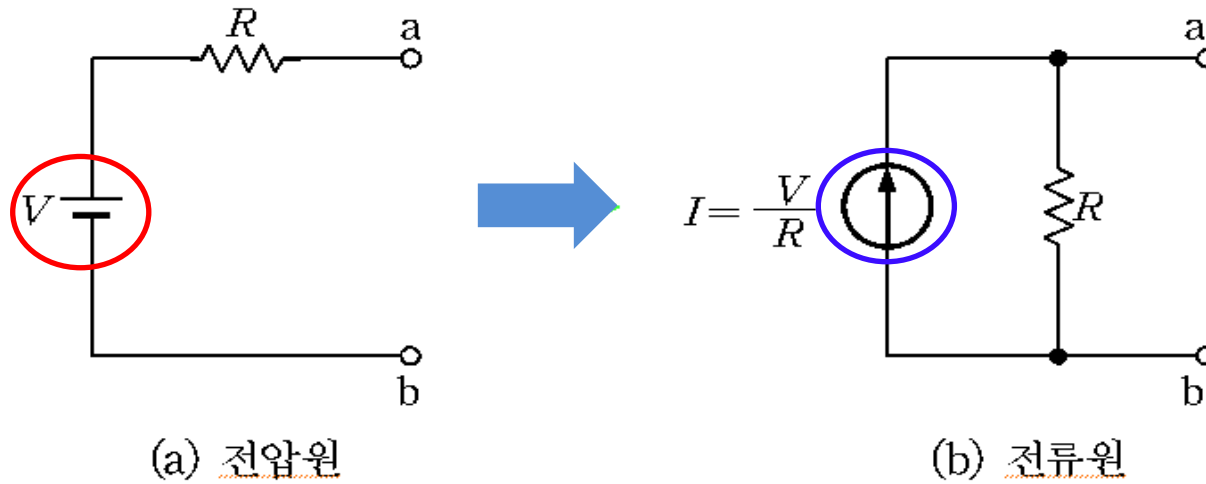


그림 2.16 전압원과 전류원의 등가 변환

◆ 등가 변환

전압원 : 저항과 직렬접속

전류원 : 저항과 병렬접속

2.6 중첩의 정리

▶ 중첩의 정리

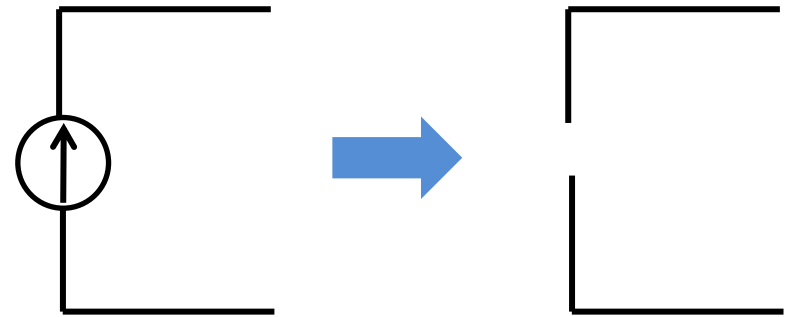
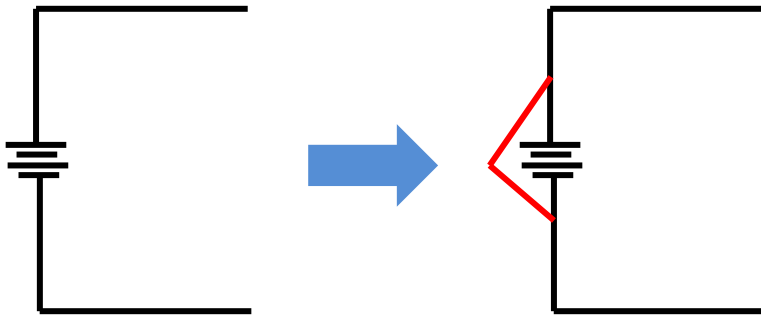
중첩의 정리(Theorem of superposition)

여러 개의 전원, 즉 전압원과 전류원을 동시에 존재하는 선형 회로망에서 임의의 한 지로에 흐르는 전류 또는 소자에 걸리는 전압은 각각의 전원이 단독으로 존재할 때 그 지로에 흐르는 전류 또는 소자에 걸리는 전압을 합한 것과 같다.

◆ 전원 제거 방법

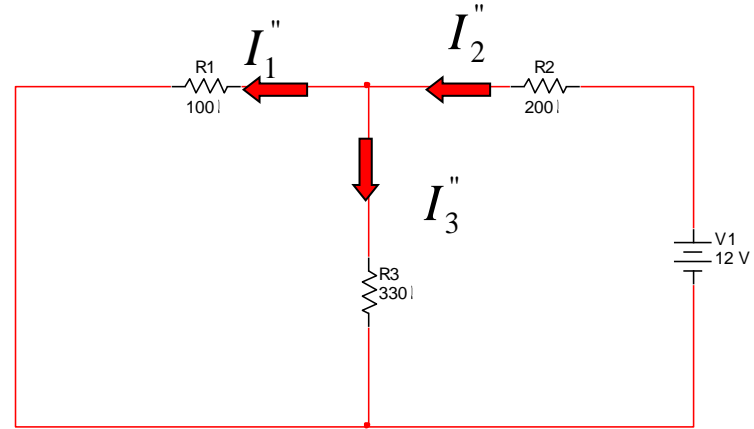
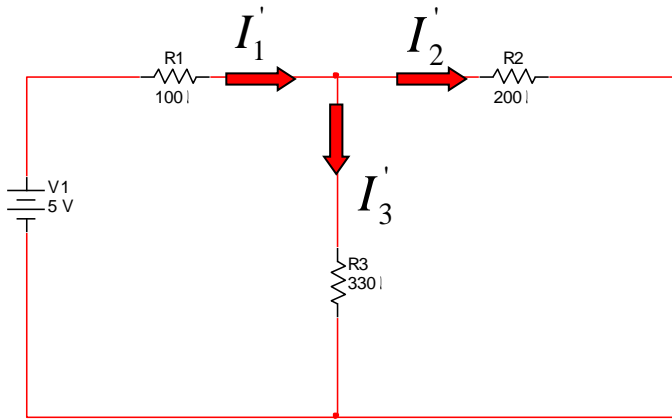
- 전압원 : 단락 (Short)

- 전류원 : 개방 (Open)

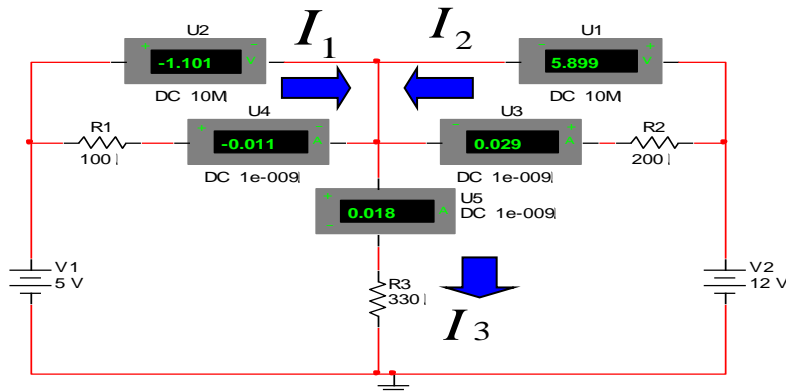


2.6 중첩의 정리

▶ 중첩의 정리



◆ 같은 방향의 전류이거나 같은 극성의 전압이면 합해주고
 다른 방향의 전류이거나 다른 극성의 전압이면 큰전압에서 작은 전압을 빼줌.



$$I_1' = 22.3 [mA] , I_2' = 13.9 [mA] , I_3' = 8.4 [mA]$$

$$I_1'' = 33 [mA] , I_2'' = 43 [mA] , I_3'' = 10 [mA]$$

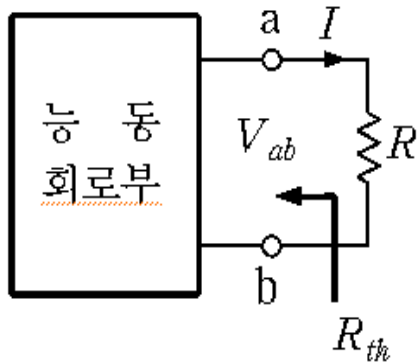
$$\therefore I_1 = I_1' - I_1'' = 22.3 - 33 = -11.3 [mA]$$

$$\therefore I_2 = I_2'' - I_2' = 43 - 13.9 = 29.1 [mA]$$

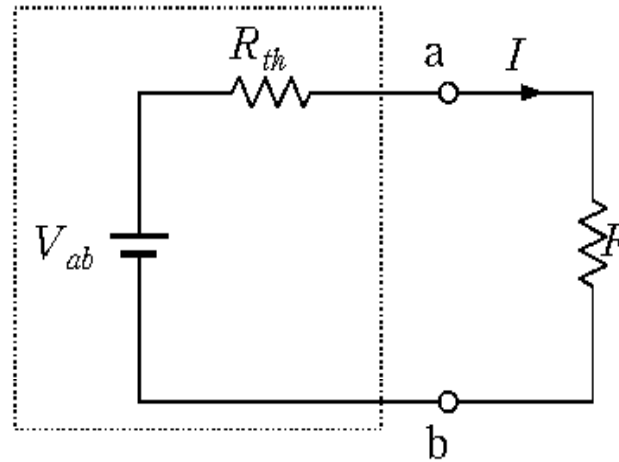
$$\therefore I_3 = I_3' + I_3'' = 8.4 + 10 = 18.4 [mA]$$

2.7 테브난의 정리

▶ 테브난의 정리



(a) 능동 회로망



(b) 테브난의 등가회로

그림 2.22 테브난의 정리

- ◆ 개방전압 : 두 단자 a, b간의 저항 R_{ab} 를 개방했을 때의 개방전압을 의미
- ◆ 테브난 등가 저항 : 능동회로부 내의 전원을 모두 제거한 후 단자 a, b에서 좌측을 바라본 저항 (전원의 제거 : 전압원은 단락하고, 전류원은 개방한 상태)

◆ 전류

$$I = \frac{V_{ab}}{R_{th} + R}$$

2.8 배율기와 분류기

▶ 배율기

배율기(multiplier)

전압계의 측정 범위를 확대하기 위한 전압계와 직렬로 접속 → 계기용 변압기

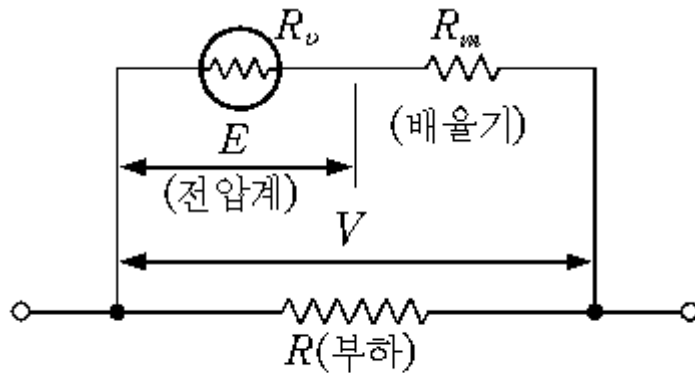


그림 2.25 배율기

$$E = \frac{R_v}{R_v + R_m} V$$

$$\frac{V}{E} = \frac{R_v + R_m}{R_v} = 1 + \frac{R_m}{R_v}$$

$$V = \left(1 + \frac{R_m}{R_v}\right) E = mE$$

◆ 배율기의 배율 m $m = 1 + \frac{R_m}{R_v}$

◆ 배율기의 저항 R_m

$$\therefore R_m = (m-1)R_v \quad \begin{cases} m=2(\text{배}) : R_m = R_v \\ m=3(\text{배}) : R_m = 2R_v \\ m=4(\text{배}) : R_m = 3R_v \end{cases}$$

2.8 배율기와 분류기

▶ 분류기

분류기(shunt)

전류계의 측정 범위를 확대하기 위한 전류계와 병렬로 접속 → 변류기

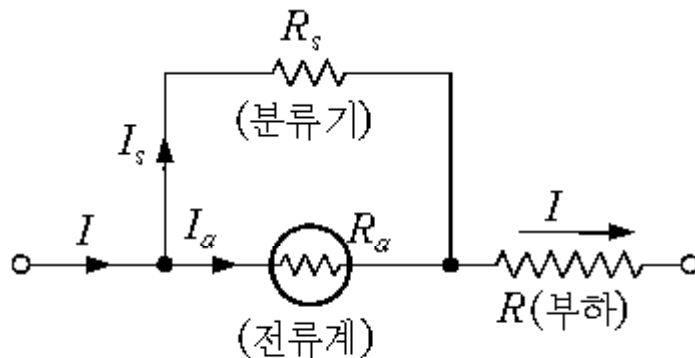


그림 2.26 분류기

$$I_a = \frac{R_s}{R_s + R_a} I$$

$$\frac{I}{I_a} = \frac{R_s + R_a}{R_s} = 1 + \frac{R_a}{R_s}$$

$$I = \left(1 + \frac{R_a}{R_s}\right) I_a = m I_a$$

◆ 분류기의 배율 m $m = 1 + \frac{R_a}{R_s}$

◆ 분류기의 저항 R_s $\therefore R_s = \frac{R_a}{m-1}$

$$\begin{cases} m=2(\text{배}) : R_s = R_a \\ m=3(\text{배}) : R_s = \frac{1}{2} R_a \\ m=4(\text{배}) : R_s = \frac{1}{3} R_a \end{cases}$$

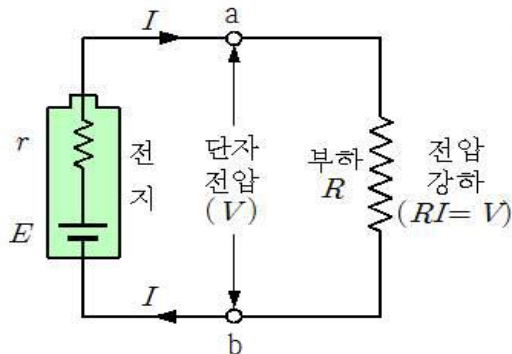
2.8 배율기와 분류기

▶ 배율기와 분류기

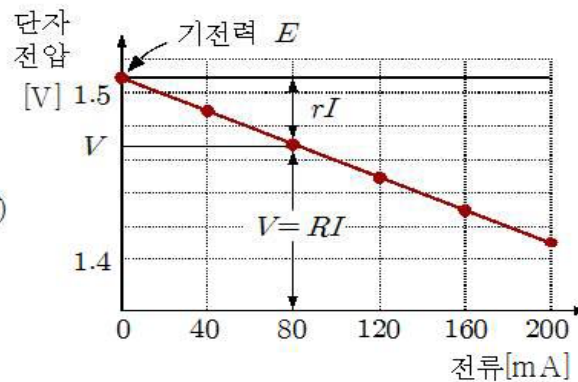
배율기	분류기
전압계	전류계
전압 분배 법칙	전류 분배 법칙
전압계에 직렬 접속	전류계와 병렬 접속
$m = 1 + \frac{R_m}{R_v}$	$m = 1 + \frac{R_a}{R_s}$

2.9 전지의 접속

▶ 전지의 기전력과 단자전압



(a) 전지의 기전력과 내부 저항



(b) 단자 전압과 전류

- 기전력 : 부하를 연결하지 않은 회로의 두 단자 a,b 사이의 전압
- 단자전압 : 부하저항 R 에 의한 전압강하 IR 과 같다.

◆ 단자전압 V , 기전력 E

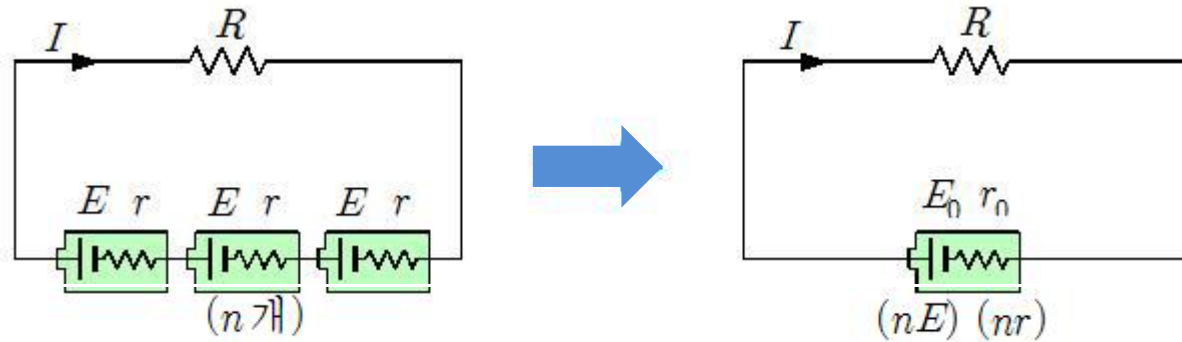
$$E = I(R + r) \quad \therefore IR = E - Ir$$

$$V = E - Ir \quad (V = IR)$$

$$(V < E)$$

2.9 전지의 접속

▶ 전지의 직렬접속



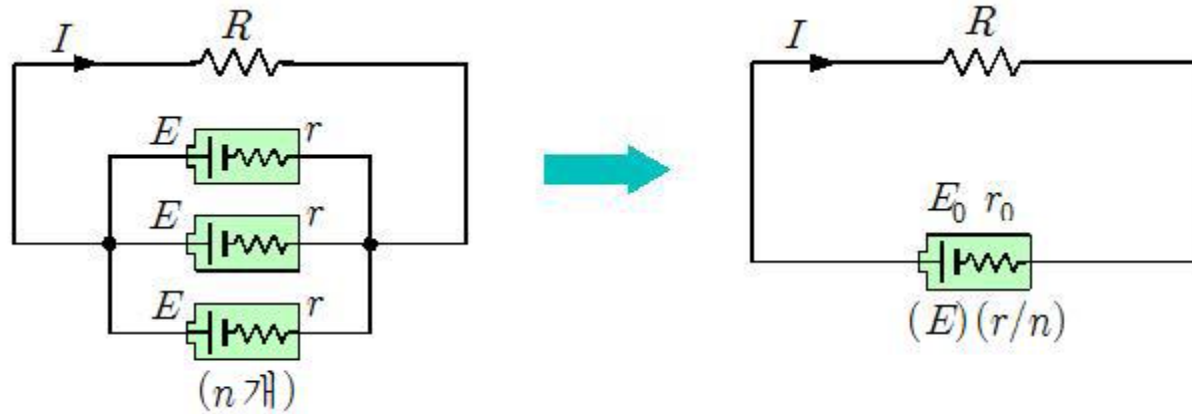
회로의 총 기전력 : $E_0 = nE$, 합성 내부저항 : $r_0 = nr$

회로의 전체 합성저항 : $R_0 = R + nr$

$$\therefore \text{회로 전류} : I = \frac{nE}{R + nr}$$

2.9 전지의 접속

▶ 전지의 병렬접속



회로의 총 기전력 : $E_0 = E$ (불변), 합성 내부저항 : $r_0 = \left(\frac{r}{n}\right)$

회로의 전체 합성저항 : $R_0 = \left(R + \frac{r}{n}\right)$

$$\therefore \text{회로 전류} : I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$$

2.9 전지의 접속



전지의 접속

(1) 전지의 직렬 접속

① 총 기전력 : nE

② 합성 내부저항 : nr

③ 회로 전체 합성저항 : $R + nr$

④ 회로 전체 전류 : $I = \frac{nE}{R + nr}$

⑤ 용량 : 전지 1개 용량과 동일(불변)

(2) 전지의 병렬 접속

① 총 기전력 : 불변

② 합성 내부저항 : $\left(\frac{r}{n}\right)$

③ 회로 전체 합성저항 : $\left(R + \frac{r}{n}\right)$

④ 회로 전체 전류 : $I = \frac{E}{\left(R + \frac{r}{n}\right)}$

⑤ 용량 : 전지 1개 용량의 n 배

2.10 열전현상

▶ 제벡 효과

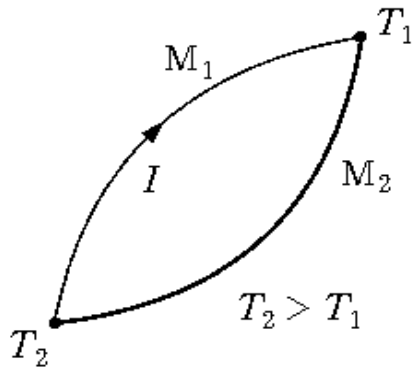


그림 2.30 열전대

◆ 제벡 효과(Seebeck effect) : 서로 다른 두 금속, 즉 이종 금속 M_1, M_2 를 접합하여 폐회로를 만든 후 두 접합점의 온도 T_1, T_2 를 다르게 하면 이 폐회로에 열기전력이 발생하고 이에 의하여 열전류가 흐르는 현상.

◆ 제벡 효과 응용 : 열전대는 용광로의 온도 측정 및 온도 제어 등에 사용

▶ 펠티에 효과

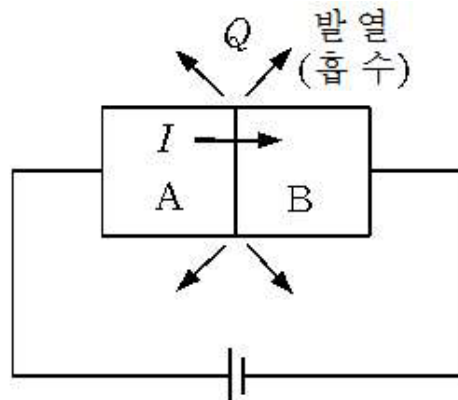


그림 2.31 펠티에 효과

◆ 펠티에 효과(Peltier effect) : 이종 금속 A, B 를 접속시켜 폐회로를 만들고 온도를 일정하게 유지하면서 전류 I 를 흘리면 접합부에서 줄열 이외의 열의 발생 또는 흡수가 일어나는 현상

◆ 제벡 효과의 역 현상

◆ 펠티에 효과 응용 : 전자냉동

2.10 열전현상

▶ 톰슨 효과

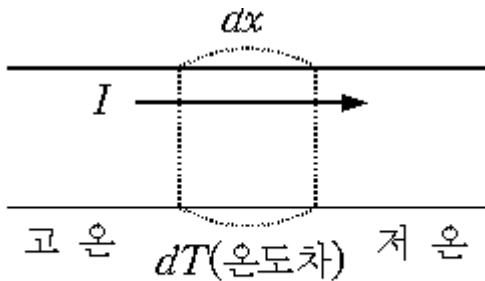


그림 2.32 톰슨 효과

◆ **톰슨 효과(Thomson effect)** : 동일한 금속, 즉 동종 금속 도선의 두 점간에 온도차를 주고 고온 쪽에서 저온 쪽으로 전류를 흘리면, 줄열 이외에 도선 속에서 열이 발생하거나 흡수가 일어나는 현상

※ 열전 현상의 중요한 특징은

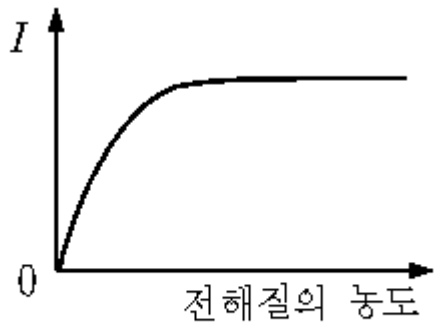
제벡 효과와 펠티에 효과는 서로 다른 이종 금속에서 일어나는 현상이고, 톰슨 효과는 동종 금속에서 일어나는 현상이다.

2.11 전류의 화학작용

▶ 전해질과 비전해질

전 해 질 : 물에 녹아 수용액 상태에서 전류가 잘 흐르는 물질
(염산, 황산, 수산화나트륨, 염화나트륨 등)

비전해질 : 물에 녹아 수용액 상태에서도 전류가 흐르지 않는 물질
(설탕, 포도당, 녹말, 알코올, 증류수 등)



◆ 같은 농도의 전해액이라도 수용액에서 전하를 띤 입자의 생성이 많은 물질, 즉 염화나트륨, 염산 및 황산 등의 강전해질은 전류가 많이 흐르지만, 전하를 띤 입자의 생성이 적은 물질, 즉 아세트산, 탄산 등의 약전해질은 전류가 적게 흐른다.

◆ 전해액의 농도가 진할수록 전하를 띤 입자의 수가 많아지기 때문에 전류의 세기는 증가한다. 그러나 농도가 어느 정도 이상이 되면 전하를 띤 입자끼리 정전기적인 힘이 작용하기 때문에 더 이상 전류의 세기는 증가하지 않고 일정하게 된다.

그림 2.33 전류와 전해액 농도

◆ 제벡 효과(Seebeck effect)
전류의 세기(도전율)는 전해질의 종류와 전해액의 농도에 따라 다르게 나타남.

2.11 전류의 화학작용

▶ 전기분해

◆ **전기분해** : 외부로부터 공급되는 전원에 의한 전류를 이용해서 비자발적으로 산화. 환원의 전극반응을 일으켜 전기에너지를 화학에너지로 변환하는 것

- ① 양극 반응 : 음이온이 전자를 잃고 중성의 물질 석출
- ② 음극 반응 : 양이온이 전자를 얻고 중성의 물질 석출

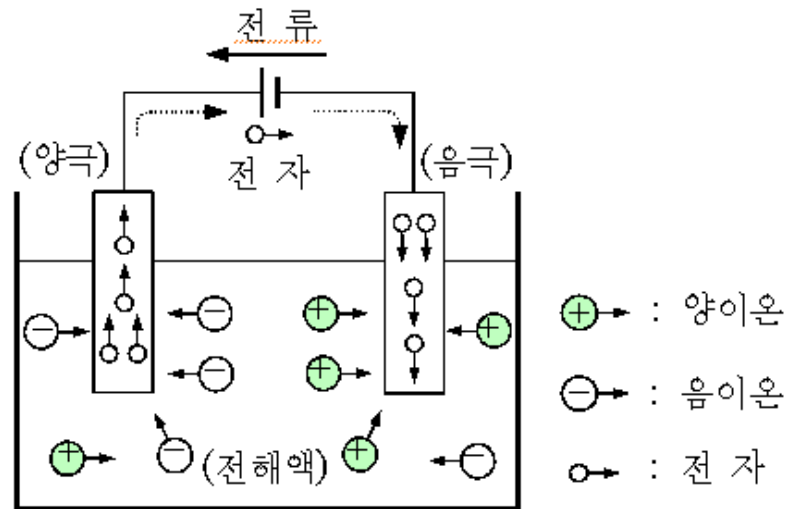


그림 2.34 전기분해

2.11 전류의 화학작용

▶ 패러데이의 법칙

◆ **패러데이의 법칙** : 전기분해시 이동하는 전하량과 전극에서 석출 또는 소모되는 물질의 양 사이에는 다음의 두 법칙이 성립하며, 이 법칙을 전기분해에 관한 패러데이의 법칙이라 함.

- ① 전기분해에 의해 석출 또는 소모되는 물질의 양은 통해 준 전기량에 비례한다.
- ② 동일한 전기량에 의한 석출량은 그 물질의 화학당량(chemical equivalent)에 비례한다.

전기분해에 의하여 화학당량이 e 인 물질에 $I[A]$ 의 전류가 t 초 동안 $Q[C]$ 의 전기량이 흘러서 전기분해하는 경우 전극에서 석출되는 석출량 $W[g]$ 는

$$W = keIt = keQ [g]$$

이 된다. 여기서 정수 $K = ke$ 라고 놓으면 이것은 1[C]의 전기량이 이동할 때 석출되는 양을 의미하는데 이것을 전기 화학당량이라고 한다. 즉,

$$W = KQ [g]$$

2.11 전류의 화학작용

▶ 전기도금

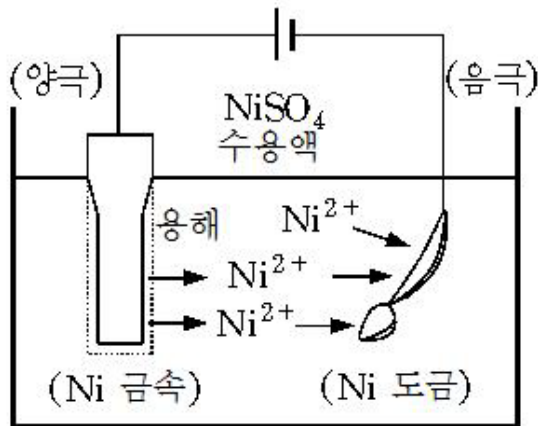


그림 235 전기도금(니켈)

◆ **전기도금(electroplating)** : 전기분해를 공업적으로 응용한 것이고, 석출되는 금속으로 다른 종류의 금속 표면을 피막 형태로 전착하여 금속 표면의 장식, 내식성과 내마모성을 목적으로 하는 표면처리를 의미

- 전원의 음극 : 도금되는 물체
- 전원의 양극 : 도금하고자 하는 금속
- 전해액 : 도금하고자 하는 금속이온을 함유한 수용액

2.12 전지반응과 종류

▶ 전지 분류

◆ **전지(cell)** : 구성하는 계의 화학적, 물리적 변화에 수반하는 에너지의 감소분을 직접 전기에너지로 변환하는 장치

(1) **화학전지** : 전기화학계 내에서 자발적으로 화학변화를 일으킬 때 발생하는 화학에너지를 전기에너지로 변환하여 외부로 전류를 흐르게 하는 장치이고, 1차 전지, 2차 전지 및 연료 전지 등이 있다.

- ① **1차 전지** : 망간 건전지, 공기 전지, 수은 전지, 리튬 전지 등 충전과 방전을 반복할 수 없는 전지로서 반복 사용이 불가능한 일회용의 소모성 전지
- ② **2차 전지** : 납(연)축전지, 알칼리 축전지 등 충전과 방전이 모두 가능한 전지로서 반복 사용이 가능한 전지
- ③ **연료 전지** : 1차 전지 및 2차 전지의 전극 반응 물질은 전지 자체 내부에 내장되어 있지만, 연료전지는 전극 반응 물질인 연료와 산화제가 외부로부터 연속적으로 공급하여 전기에너지를 얻고 동시에 반응 생성물을 배출하는 전지

(2) **물리전지** : 외부로부터 열, 빛, 방사선 등의 에너지를 공급하여 전지를 불안정한 상태, 즉 에너지가 높은 상태에서 에너지가 낮은 안정한 상태로 되돌아오는 과정에서 물리적 변화시의 에너지 감소분을 전기에너지로 변환하는 것으로서 태양전지, 열전지, 광전지, 원자력전지 등이 있다.

2.12 전지반응과 종류

▶ 전지 반응

(전지 반응)

(음극) Zn 전극 : $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e$ (산화반응)

(양극) Cu 전극 : $2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$ (환원반응)

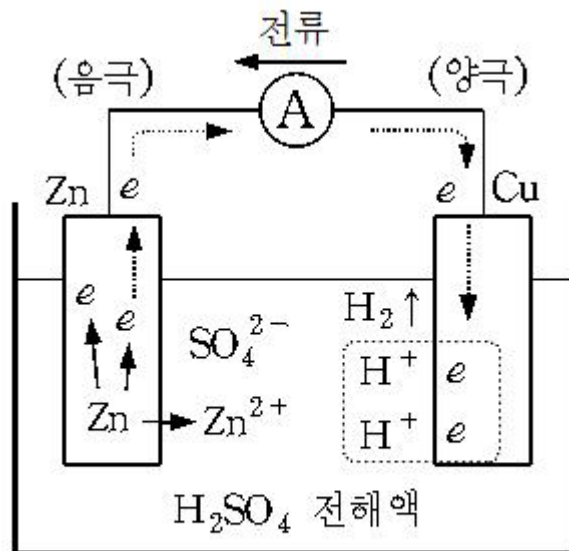


그림 2.36 전지의 전극반응

2.12 전지반응과 종류

▶ 전지 반응

- ◆ 분극작용 : 아연 전극에서 외부 도선을 통하여 유입하는 전자의 흐름을 방해하면서 전류는 줄고 전지의 기전력도 낮아지게 현상
 - 감극제 : 양극에서 발생한 수소를 없애기 위하여 양극에 산화제를 혼입하여 물이 생성되도록 하는데 이 산화제를 감극제
 - 산화제 : 감극제는 분극작용을 억제하여 기전력의 감소를 방지하기 위한 것이고, 이산화망간 , 과산화수소 , 질산 , 산화수은 등의 산화제
- ◆ 국부작용 : 전지에 외부 도선을 연결하지 않아도 전지 내부에서 자기 방전, 즉 자체 방전이 일어나 기전력이 감소하게 되는 현상
 - 국부작용 방지 : 전해액에 불순물 혼입 억제, 고순도의 전극재료 사용, 전극(음극)에 수은도금(아말감)

2.12 전지반응과 종류

▶ 1차전지

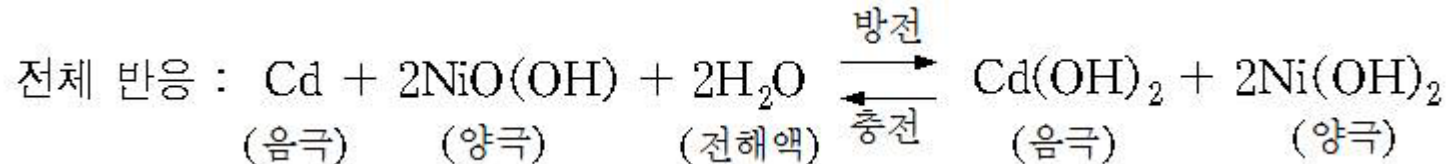
◆ 1차전지 : 1회용의 소모성 전지

1차 전지	공칭전압 [V]	음극(양극)	전 해 질	감극제	용 도
망간 건전지 (르클람세건전지)	1.5	Zn(C)	NH_4Cl , ZnCl_2	MnO_2	통신용 전등용
알칼리 건전지	1.5	Zn(C)	KOH	MnO_2	망간건전지 개량품
공기 전지	1.4	Zn(C)	NH_4Cl 또는 KOH	O_2	시 계
표준 전지 (카드뮴전지) (웨스턴전지)	1.0183	Cd 아말감 (Hg)	CdSO_4	HgSO_4	표준 전압
수은 전지	1.4	Zn(HgO)	KOH 또는 NaOH	HgO	보청기 전자계산기
리튬 전지	3.0	$\text{Li}(\text{MnO}_2)$	유기전해질	MnO_2	카메라 전자수첩

2.12 전지반응과 종류

▶ 2차전지

◆ 알카리 축전지



◆ 납축전지와 알카리 축전지 특성 비교

구 분	납축전지(연축전지)	알칼리 축전지
음 극	납(Pb)	카드뮴(Cd)
양 극	이산화납(PbO ₂)	수산화니켈(NiOOH)
전 해 액	황산(H ₂ SO ₄)	수산화칼륨(KOH)
공 칭 전 압	2 [V]/cell	1.2 [V]/cell
수 명	10~20년	30년
충 전 시 간	길 다	짧 다
전기적 강도	과 충·방전에 약함	과 충·방전에 강함
가 격	저 렵	고 가

2.12 전지반응과 종류

▶ 전지의 용량

◆ 방전 종지전압 : 축전지를 일정 전압 이하로 방전하면 극판이 열화하여 회복불능의 상태가 되므로 전류를 방전시키는데 일정한 한계가 있는데 이와 같은 한계전압, 즉 허용 최저전압을 의미함.

◆ 전지의 용량 전지의 용량 [Ah] = 방전전류 × 시간율 = $I \cdot t$ [Ah]

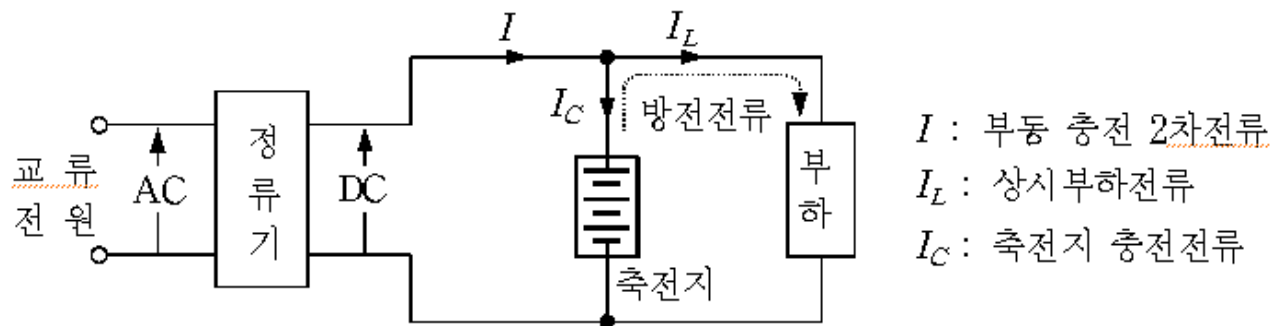
◆ 시간율의 표준

- 납축전지 - 10시간율
- 알카리 축전지 - 5시간율

2.12 전지반응과 종류

▶ 축전지의 충전방식

- ① 보통 충전방식 : 필요할 때마다 표준 시간율로 소정의 충전을 하는 방식
- ② 급속 충전방식 : 비교적 단시간에 보통 충전전류의 2~3배의 전류로 충전하는 방식
- ③ 부동 충전방식 : 축전지의 자기방전을 보충함과 동시에 상용 부하에 대한 전력 공급은 정류기(충전기)가 부담하도록 하지만 정류기가 부담하기 어려운 일시적인 대전류 부하(차단기 투입전류)를 축전지가 부담하게 하는 방식이고, 일반적으로 거치용 설비에 가장 많이 채용.



I : 부동 충전 2차전류
 I_L : 상시부하전류
 I_C : 축전지 충전전류

$$\text{부동 충전 2차전류} = \frac{\text{축전지 정격용량 [Ah]} \times \text{공칭 시간율 [h]}}{\text{공칭 시간율 [h]}} + \frac{\text{상시부하 [VA]} \times \text{표준전압 [V]}}{\text{표준전압 [V]}} \text{ [A]}$$

2.12 전지반응과 종류

▶ 축전지의 충전방식

- ④ 균등 충전방식 : 부동 충전방식에 의해 장기간에 걸친 충전으로 인하여 각 축전지(셀)간의 전압이 불균일할 때, 각 축전지의 전위차를 보정하고 용량을 균일화하기 위하여 1~3개월에 1회로 과충전을 하는 방식
- ⑤ 세류 충전방식 : 자기 방전량만을 항상 충전하는 방식으로 부동 충전방식의 일종

2.12 전지반응과 종류

▶ 연료전지

◆ 연료전지(fuel cell) : 전극 활성 물질인 연료(수소, 메탄올, 탄화수소 등)와 산화제(산소, 공기, 과산화수소, 염소 등)가 외부로부터 연속적으로 공급하여 전기에너지를 얻고 동시에 반응생성물을 배출하는 전지.

- 화학에너지를 연속적으로 공급함으로써 연속 방전이 가능하기 때문에 다른 발전방식에 비하여 열효율이 높음
- 공해가 적은 발전시스템이므로 발전소 입지는 전력 수용가에 근접이 가능.

▶ 물리전지

◆ 태양전지 : 반도체 PN 접합을 이용하여 광전효과에 의하여 태양광 에너지를 직접전기에너지로 변환하는 전지

◆ 열전지 : 열에너지를 전기에너지로 직접 변환하는 열전대형과 열전자형의 전지

◆ 원자력전지 : 방사선 동위원소의 붕괴에너지를 전기에너지로 변환하는 전지

2장의 핵심포인트 !



단원의 핵심 포인트

1. 동일저항 $10[\Omega]$, 2개의 병렬 접속 : 합성 저항 $5[\Omega]$, 합성 콘덕턴스 $0.2[\Omega]$
2. 전압계 : 부하와 병렬 접속, 전류계 : 부하와 직렬 접속
3. 전압 측정범위를 확대하기 위해 전압계와 직렬 접속 : 배율기
전류 측정범위를 확대하기 위해 전류계와 병렬 접속 : 분류기
4. 전해액에서 도전율이 증가하는 원인 : 전해액의 농도
5. 전기분해에 관한 패러데이의 법칙에서 석출량은 전기량과 화학당량에 비례
6. 일정전압을 가진 전지에 부하를 걸었을 때 단자전압이 내려가는 원인 : 분극작용
7. 전극의 불순물에 의한 자기(자체)방전으로 기전력이 감소하는 원인 : 국부작용
전지를 사용하지 않고 오래 방치하면 단자전압이 내려가는 원인 : 국부작용

2장의 핵심포인트 !

8. 망간 건전지(르클랑세 건전지)의 전해액과 감극제 : 염화암모늄과 이산화망간
9. 축전지의 구성요소 : 충전장치, 보안장치, 제어장치, 역변환 장치, 축전지
10. 축전지의 용량의 단위 : [Ah]
11. 납축전지 방전 후 양극(이산화납, 적갈색)과 음극(납, 회백색)의 변화 물질 : 모두 황산납(회백색)
12. 납축전지의 전해액 비중 : 1.2
13. 납축전지의 전해액이 부족할 경우에 증류수를 보충한다.
14. 알칼리 축전지의 음극재료와 전해액 : 카드뮴, 수산화니켈
15. 납축전지와 알칼리 축전지의 공칭전압 : 2 [V/cell], 1.2 [V/cell]
16. 납축전지와 알칼리 축전지의 공칭 시간율(공칭용량) : 10[h], 5[h]

2장의 핵심포인트 !

직렬/병렬 접속

전압분배법칙

전류분류법칙

브리지회로

Δ -Y 등가 변환

페로 해석법

중첩의 원리

테브난의 정리

패러데이법칙

전지의 특성

축전지 공칭전압

축전지 공칭 시간율