

学籍番号

氏名

1. エアコン, 冷凍機, 給湯器などにヒートポンプが広く用いられている。ヒートポンプは, 外部から機械的な仕事 $W[J]$ を与え, 低温側の熱交換器と高温側の熱交換器との間に冷媒を循環させることで, 低温側の熱量 $Q_L[J]$ を吸収して, 高温側の熱量 $Q_H[J]$ を放出している。冷媒が循環する際には, 液体状態と期待状態がある。まず, 低温側の熱交換器において, 冷媒が低温側から熱を吸収して蒸発する, つまり液体の冷媒が熱を奪って気体になる。その後, 低温低圧の気体となった冷媒は (1) によって高温高圧の気体の冷媒となり, 高温側の熱交換器に送られる。そこで冷媒は高温側に熱を放出して凝縮し, 中温高圧の液体となる。続いて, 中温高圧の液体の冷媒は (2) を通ることによって冷媒は低温, 低圧の気体+液体となって再び低温側の熱交換器に送られ, 低温側から熱を吸収して蒸発することで, 冷媒は低温低圧の気体となる。このような熱サイクルの基本サイクルは (3) と呼ばれる。熱量 $Q_H[J]$ と熱量 $Q_L[J]$ とヒートポンプを動かすために使ったエネルギーを $W[J]$ には (4) の関係が成り立つ。

ヒートポンプの性能を示す指標の一つとして成績係数 COP(coefficiency of performance)がある。低温側の熱交換器で吸収した熱量を $Q_L[J]$, ヒートポンプを動かすために使ったエネルギーを $W[J]$ として, 熱損失などを無視すると, 低温側の熱を高温側へくみ上げるときのヒートポンプの効率 COP は (5) で与えられ, 加熱サイクルの場合 1 より大きくなる。また, 近年冷媒にはオゾン層破壊の心配がない (6) が使われるようになってきている。しかし, 地球温暖化係数の高いことが課題である。

- (1) (2) (3)
(4) (5) (6)

2. アーク溶接は, 電極間にかかる電位差によって電極間に存在する気体が絶縁破壊し, (1) が放出されて電流が流れる放電現象を利用した電気溶接の 1 つである。大気中でアーク溶接を行う場合, 熔融している金属に大量の窒素が溶け込み, 溶接部分の機械強度を著しく低下させる。これを防ぐために大気をガスで遮蔽する方法があり, そのガスは主として (2) が使用される。アークの電圧-電流特性は, 電流が小さい場合は負特性を示し, 不安定である。しかし, アーク電流が一般的な溶接に用いられる (3) [A]以上になると, アーク長が一定ならばアーク電圧も一定に近い。アークの電気的特性は, 直流アークが交流アークに比べ安定している。交流アークの不安定性の原因は, 交流電流は半サイクル毎に零になり, その瞬間アークがいったん消滅することにある。そのため手溶接用の電源としては, アーク発生前には溶接機の電圧をある程度高くしておき, アーク発生後は電極間隔に変化があってもアーク電流を安定に維持できるよう, 電源に (4) 特性を持たせることが必要である。このため, 電源には (5) の大きい変圧器が主に使用される。

- (1) (2) (3) (4) (5)

3. 次の文章は電気加工に関する記述である。

(a) 放電加工は、水や油などの高い絶縁性を持つ加工液中で被加工物と加工電極間にパルス状の (1) を繰り返し発生させることによって加工するのがその原理である。放電加工には大別して2つの方式がある。1つは総型の電極(加工したい形状の電極)を転写加工する形彫り放電加工であり、もう1つはワイヤ電極を走行させながら工作物を糸のこ式に加工するワイヤ放電加工である。

(b) ビーム加工には電子ビーム加工、イオンビーム加工などがある。電子ビームの発生源には金属中の自由電子などがあり、金属が高温に加熱されるとこの電子が熱電子として外部に放出され、適当な分布を持つ電界によって一定方向に集中・加速されて指向性に優れたビームになる。飛行する電子の1個当たりのエネルギーEは、電子の電荷をe、加速電圧をVとすると (2) のように表される。このビームが (3) を用いることによって収束や方向転換など空間的に制御されて被加工物に照射され、熱加工ができる。

(c) レーザ加工は使用環境を問わず、非接触で精密かつ高速の加工ができることが特徴である。産業用途によく利用されている加工用レーザーは、赤外域の波長を持つYAGレーザー、 (4) レーザなどがある。加工材料である金属にレーザービームを照射すると、一部は表面で反射され、残りは内部を透過しながら吸収される結果、光エネルギーが熱エネルギーに変換される。赤外域の光の金属への吸収率は (5) の平方根に反比例し、一般的には温度上昇によって (5) が低下するので吸収率が増加することになり、加熱が加速される。

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)