

受験職種	研究職
------	-----

得点	※
----	---

地方独立行政法人大阪産業技術研究所
研究職 電気電子 B 専門試験

(注 意 事 項)

- 試験時間中は、すべて試験係員の指示に従ってください。お互いに話をしたり、席を立ったり、そのほか、人の迷惑になるようなことをしてはいけません。また、試験中に携帯電話やスマートフォン等の通信機器やICレコーダー等の電子機器の使用は禁止しますので、電源を切るか、マナーモード等の設定により、試験中に機器音が生じないようにしたうえ、かばん等へ収納してください。(計算機能付きの腕時計も同様とします。)

係員の指示に従わない場合、また、上記の電子機器の扱いに反した場合は不正行為とみなし、失格として退出していただく場合があります。
- 受験番号及び氏名は必ず記入してください。(※欄は記入しないでください。)
- 問題は、全部で6問(必須問題1～3及び選択問題1～5のうち3題)あり、時間は100分です。選択問題への回答は3題のみとし、4題以上回答した場合は選択問題の点数はありません。
- 試験時間中の体調不良又はトイレ等により、やむを得ず一時退室を希望する場合には、手を挙げて試験係員に知らせ、その指示に従ってください。

ただし、一時退室が認められた場合でも、休養室等での受験はできません。また、一時退室した分の解答開始時刻の繰下げや試験時間の延長も認められません。
- 試験を終了するとき又は棄権するときは、手を挙げて試験係員に知らせ、必ず試験用紙を試験係員に提出し、確認を受けてください。配付された冊子等は、一切持ち出すことはできません。

「はじめてください」の指示があるまで
中を開けてはいけません

整理番号
※

整理番号
※

得点	※
----	---

受験職種
研究職

受験番号

氏名

必須問題 1

次の(1)～(3)について、それぞれの計算過程と答えを解答欄に記入しなさい。

(1) 3進法で表された数 2022 を 10進法で表しなさい。

(2) $f(x) = \frac{x}{2x+1}$ を x について微分しなさい。

(3) 電磁波や音波の分野では、信号強度の単位を dB(デシベル)を組み合わせる表現が多い。電界値 E の単位を [V/m] から dB と組み合わせた [dBV/m] にする変換は以下の式を用いる。

$$E \text{ [dBV]} = 20 \times \log_{10} E \text{ [V/m]}$$

このことを考慮して、I 及び II の問いに答えなさい。

なお、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$ とする。

I. 30 [V/m]を [dBV/m]単位に変換しなさい。

II. -34 [dBV/m]を [V/m]単位に変換しなさい。

必須問題 1

解答用紙

(1)	(計算過程)
	(答え)
(2)	(計算過程)
	(答え)

必須問題 1

解答用紙

(3)	I	(計算過程)
		(答え)
	II	(計算過程)
		(答え)

必須問題 2

近年、デジタルトランスフォーメーション、つまりデジタル技術の進歩・浸透で人々の生活をより良いものに変革するための技術開発が進められています。あなたが知る、考える、あるいは体験したデジタルトランスフォーメーションの事例を挙げ、今後更に発展させていくために必要な技術開発の考察も含めて 250 字程度で述べなさい。

必須問題 3

次の(1)及び(2)の問いについて、それぞれの答えを解答欄に記入しなさい。

- (1) 以下の①～⑧の選択語群は、電磁波や信号処理技術に関連する語句である。この①～⑧の選択語群のうちから2つの語句を選択し、解答欄 I 及び II にそれぞれ 100 字～150 字で説明しなさい。

(選択語群)

- | | |
|---|-----------|
| ① サイバーフィジカルシステム | ② スマートグラス |
| ③ 拡張現実(AR) | ④ ビッグデータ |
| ⑤ RFID (Radio Frequency Identification) | ⑥ テラヘルツ波 |
| ⑦ インダストリー4.0 | ⑧ コヒーレンス |

- (2) 電子機器や電子素子に関する2つの説明文(A)及び(B)をそれぞれ日本語に訳しなさい。専門的な用語については日本語で対応する表現に変更してもよい。

(A) Microwave ovens generate intense microwaves within the cavity of the oven. The waves are reflected off the metal interior of the oven and readily absorbed by water molecules in food. Food is heated by absorbing the energy from the microwaves bouncing around inside the microwave oven.

(出典:オーストラリア放射線防護・原子力安全庁ウェブサイト

<https://www.arpana.gov.au/understanding-radiation/radiation-sources/more-radiation-sources/microwave-ovens>)

(B) Capacitor, device for storing electrical energy, consists of two conductors in close proximity and insulated from each other. A simple example of such a storage device is the parallel-plate capacitor. Capacitors have many important applications. They are used, for example, in digital circuits so that information stored in large computer memories is not lost during a momentary electric power failure.

(出典:Britannica ウェブサイト <https://www.britannica.com/technology/capacitor>)

必須問題 3

解答用紙

(1)	I	選択した語句の番号と語句を 右欄に記入しなさい。	
			25
			50
			75
			100
			125
			150
			175
			200
		II	選択した語句の番号と語句を 右欄に記入しなさい。
			25
			50
			75
			100
			125
			150
			175
			200

必須問題 3

解答用紙

(2)	(A)	
	(B)	

選択問題 1

次の文章を読み、それぞれの問いについて、答えを解答欄に記入しなさい。

図 1-1 は、2 つのアンテナを組み合わせて電磁波を測定するために構築したシステムの概要を示す。このシステムは、地面に垂直な方向に中心を間隔 d [m]だけ離して配置した 2 つの受信アンテナ A、B と受信アンテナに到達した電磁波の電界を時間領域で測定できる測定機から構成される。

図 1-1 に示す仰角 θ は受信アンテナ側から発信源を見上げる角度で、地面に水平な方向を 0 [rad]、地面に垂直な方向を $\pi/2$ [rad]とする。発信源は十分に遠方であり受信アンテナには平面波が到達する。また、システムの周辺の媒質は空気のみであり、受信アンテナは等方性で A と B の間に特性の差は無く、電磁波は減衰しないものとする。

図 1-1 のように配置した際、受信アンテナ A で得られた電界強度の時間変化を図 1-2 に示す。ここで、横軸は時間 t [ns]、縦軸は電界強度 E [V/m]である。

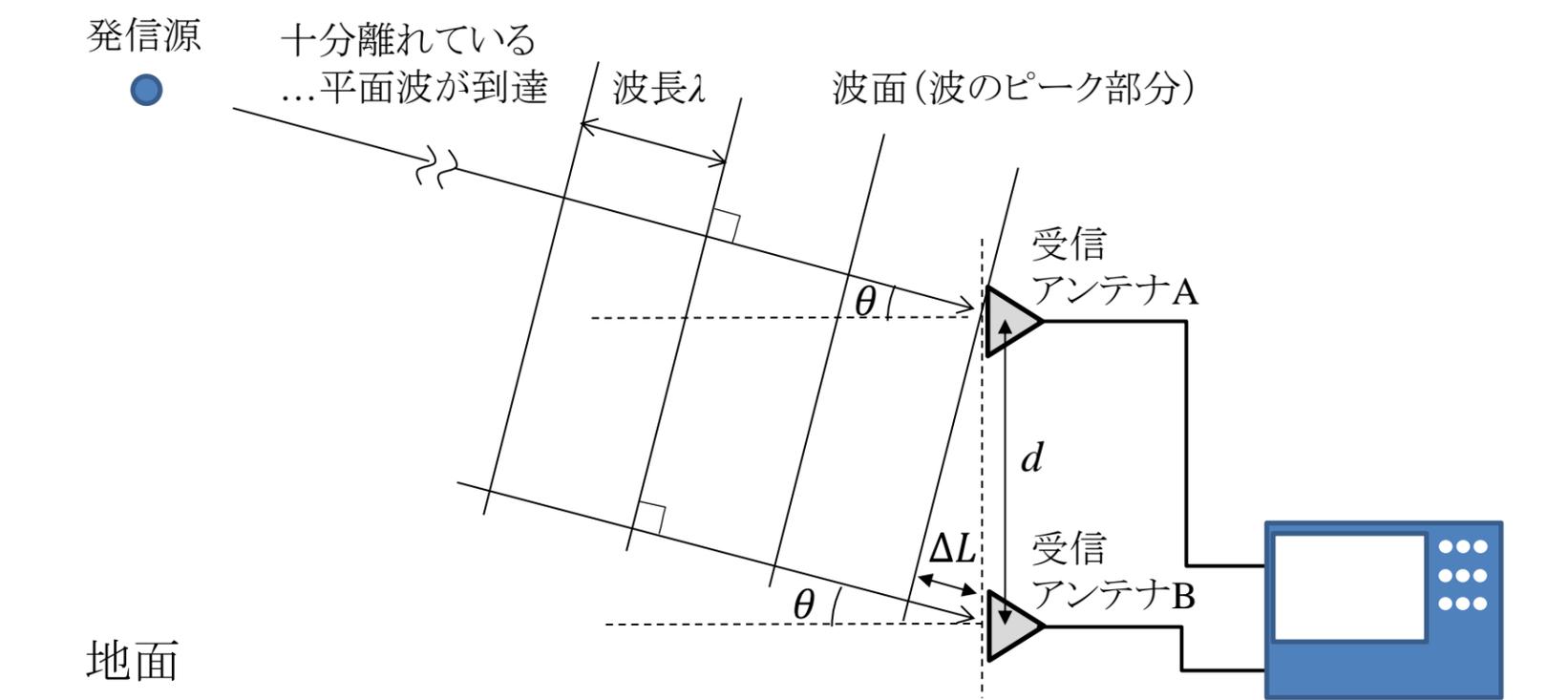


図 1-1

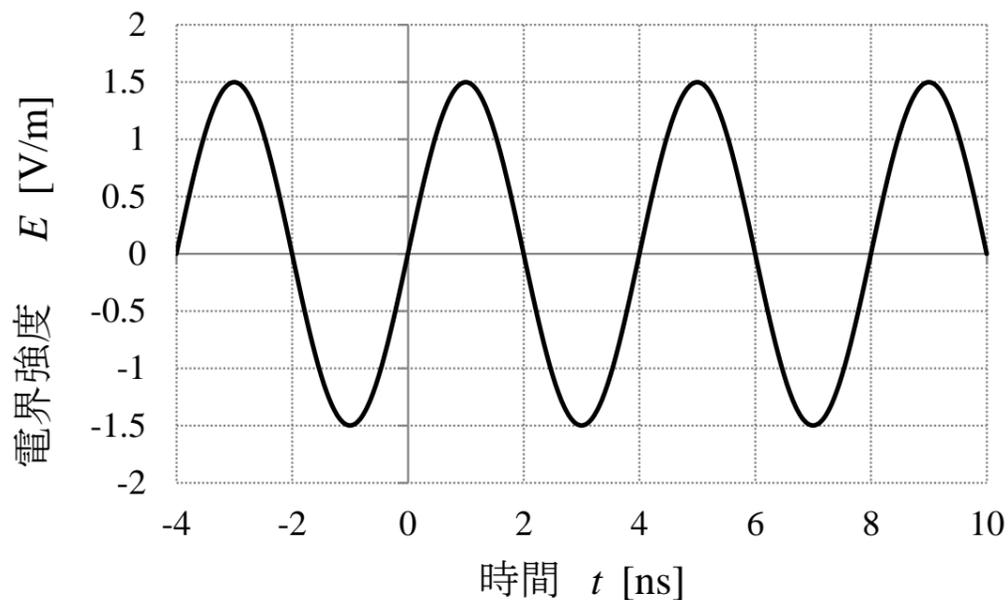


図 1-2

次の文章の(ア)～(エ)の空欄に当てはまる語句を解答欄に記入しなさい。ただし信号強度については単位まで記入しなさい。

また、(1)及び(2)の問いについて、それぞれの答えを解答欄に記入しなさい。

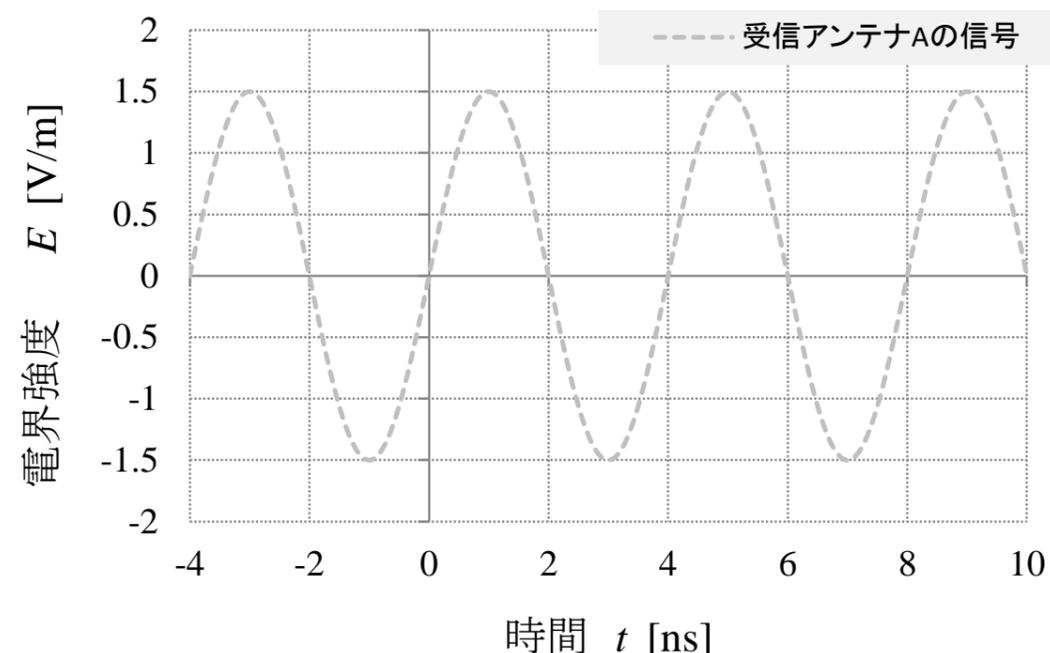
図 1-2 から、信号の周波数 f は、 $f = \boxed{\text{ア}}$ [MHz]である。そして、空気中での電磁波の速度が $c = 3.0 \times 10^8$ [m/s]であることから、波長 λ は $\lambda = \boxed{\text{イ}}$ [m]と求まる。なお、[ns] = 10^{-9} [s]、[MHz] = 10^6 [Hz] = 10^6 [s $^{-1}$] を意味する。

受信アンテナ間の経路差 ΔL は、受信アンテナ A と B との距離 d [m] と仰角 θ [rad] を用いると、 $\Delta L = \boxed{\text{ウ}}$ [m] と表される。したがって、受信時間の差 Δt は d 、 θ を用いて $\boxed{\text{エ}}$ [ns] と表すことができる。

- (1) このことを考慮して、距離 $d = 3.0$ [m]、仰角 $\theta = \pi/6$ [rad] としたときの受信アンテナ B における電界強度の時間変化を、解答欄 I に示す受信アンテナ A における電界強度の時間変化を示す図に重ねて示しなさい。
- (2) また、受信アンテナ A と B との距離 d [m] が 3.0 [m] より縮めると、2 つの受信アンテナの信号が重なる。仰角は $\theta = \pi/6$ [rad] のままで固定とし、2 つの受信アンテナの信号が最初に重なるときの受信アンテナ A と B の距離 d_c を求めなさい。なお、計算過程も記入しなさい。

選択問題 1

解答用紙

(ア)	
(イ)	
(ウ)	
(エ)	
(1)	 <p style="text-align: center;">電界強度 E [V/m]</p> <p style="text-align: center;">時間 t [ns]</p> <p style="text-align: right;">--- 受信アンテナAの信号</p>
(2)	(計算過程)
	(答え)

選択問題2

次の文章を読み、それぞれの問いについて、答えを解答欄に記入しなさい。

高周波信号を扱う機器として代表的なものに、任意の波形を生成できる信号発生器と、受信した信号を周波数領域で解析できるスペクトラムアナライザがある。図 2-1 は、信号発生器から出力させた信号をスペクトラムアナライザに直接入力する簡易な測定系を示す。



図 2-1

図 2-2 は、信号が入力されていないときのスペクトラムアナライザの表示画面を示す。表示画面の横軸は周波数、縦軸は信号強度を示しており、横軸はリニアスケールで等間隔に目盛られている。また、表示画面中の主要なパラメータは以下のことを示す。

- Ref 10.00 dBm (縦軸の上端目盛): 表示できる信号強度の基準が 10 [dBm]であることを表す。
- Log 10 /div (縦軸の目盛間隔): 1 目盛が 10 [dBm]であることを表す。
- Start 1.000 MHz (横軸の左端目盛): 測定できる最低周波数が 1 [MHz]であることを表す。
- Stop 21.00 MHz (横軸の右端目盛): 測定できる最高周波数が 21 [MHz]であることを表す。

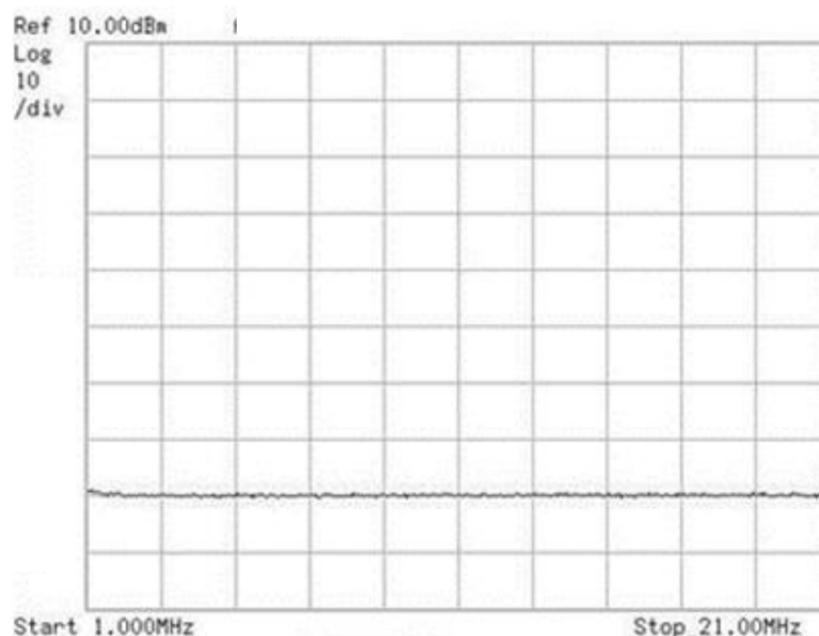


図 2-2

スペクトラムアナライザに信号が入力されると画面に表示されるグラフから、信号に含まれる周波数成分と強度を知ることができる。信号強度は [dBm] の単位で表される。これは電力の単位 [mW] を広い範囲の数値を表すのに便利な比率を表す単位 [dB] により、以下の式を用いて変換したものである。式(1)から、1 [mW] は 0 [dBm] と変換され、1 [mW] 未満の値は、負の値に変換されることがわかる。

$$P [\text{dBm}] = 10 \times \log_{10} P [\text{mW}] \dots\dots\dots (1)$$

次の I ～ III の文章の (ア) ～ (エ) の空欄に当てはまる語句を解答欄に記入しなさい。ただし 信号強度については単位まで記入しなさい。また、(a) 及び (b) には、解答群①～⑥の中から選んだ記号をそれぞれ解答欄に記入しなさい。同じ選択肢を複数回用いてもよい。

I. 測定可能な信号強度の範囲について考察する。

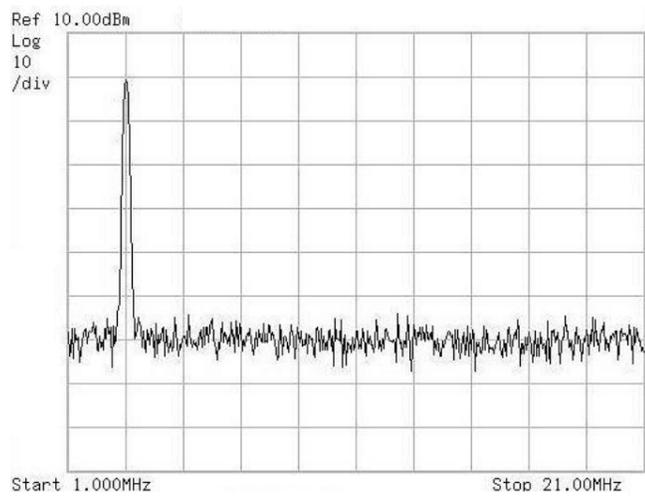
信号強度の基準 (Ref) は、図 2-2 から 10 [dBm] であり、今回の設定ではこれが測定可能な信号強度の最大値といえる。また、ノイズフロアつまり測定可能な信号強度の最小値は図 2-2 から 程度とわかる。したがって、式(2)で表される最大・最小値の比(ダイナミックレンジ)は約 となり、スペクトラムアナライザは広い範囲の信号強度を測定できることがわかる。

$$\text{ダイナミックレンジ} = \frac{\text{測定可能な信号強度の最大値 [W]}}{\text{測定可能な信号強度の最小値 [W]}} \dots\dots\dots (2)$$

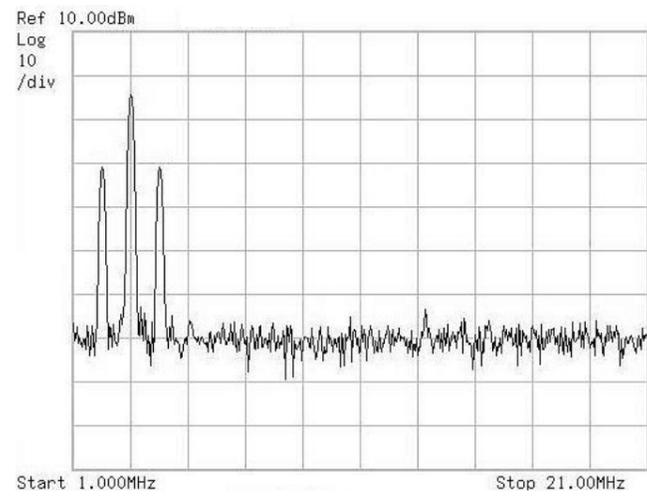
II. 信号発生器から単一の周波数 3 [MHz] の正弦波を出力した。このときのスペクトラムアナライザの表示画面は となる。また、信号強度はおよそ である。

III. 信号発生器から、周波数 3 [MHz]、デューティー比 50 [%] の方形波を出力した。このときのスペクトラムアナライザの表示画面は となる。また、第 5 次高調波の信号強度は、およそ である。

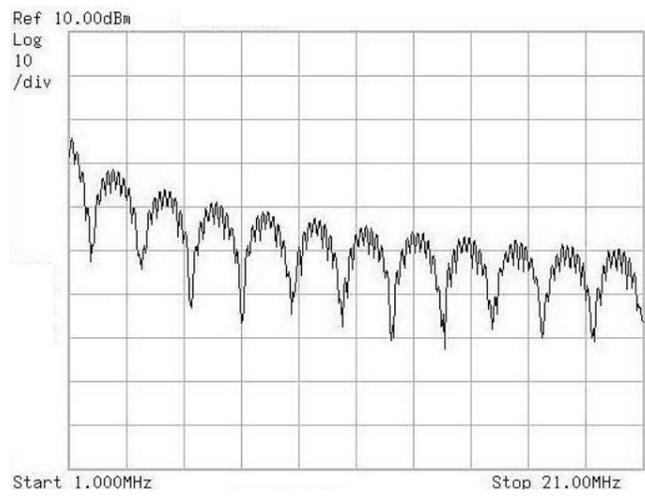
解答群



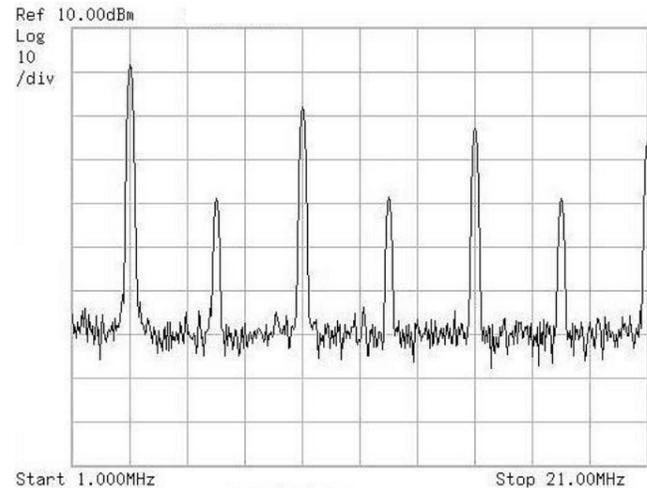
①



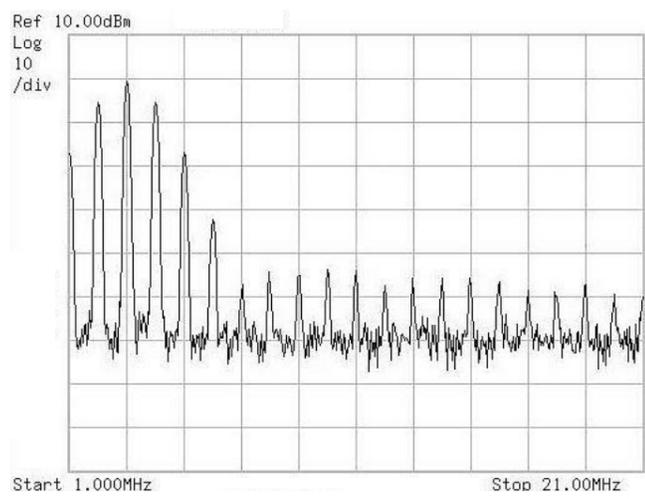
②



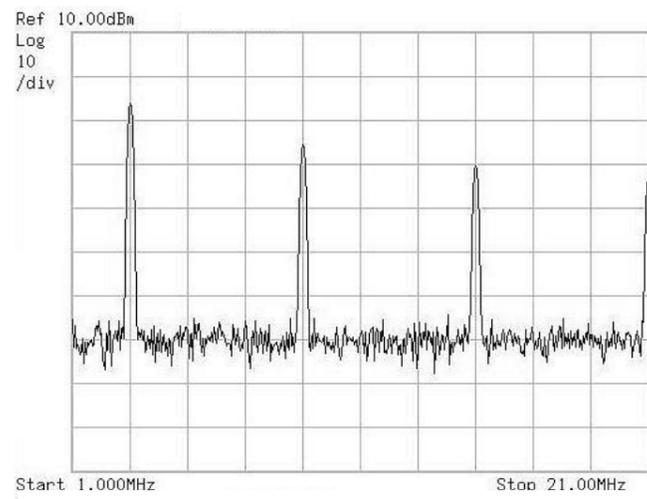
③



④



⑤



⑥

選択問題2

解答用紙

(ア)	
(イ)	
(ウ)	
(エ)	
(a)	
(b)	

選択問題 3

次の文章について、(ア)～(オ)の空欄に当てはまる数値を解答欄に記入しなさい。

図 3-1 の回路において、 V_1 が 0.1 [V] のときの出力直流電圧 V_2 を求める。まず、演算増幅器の仮想短絡の性質から、 V_3 は [V] であり、反転入力端子には電流は流れ込まない。

このことから、 I_1 および I_2 はいずれも [mA] となる。したがって、 V_4 は [V] であり、 I_3 が [mA] となる。 I_2 と I_3 の和が抵抗 R_4 に流れるので、 V_2 は [V] となる。

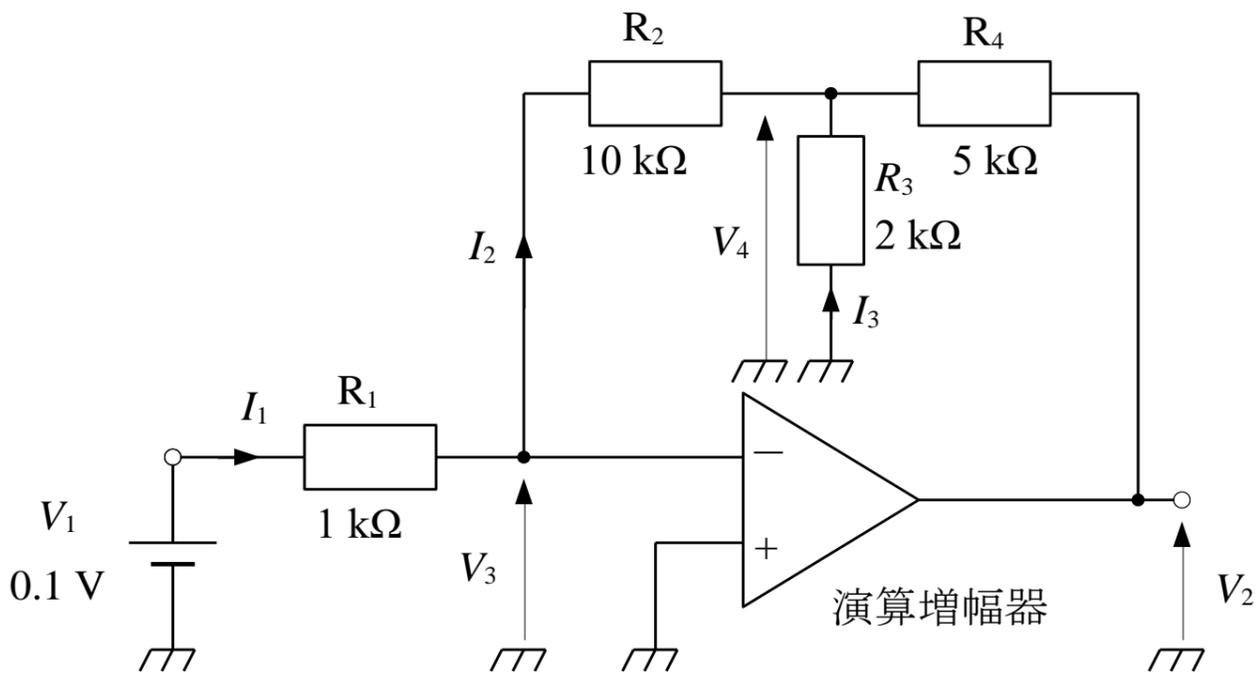


図 3-1

選択問題3

解答用紙

(ア)	
(イ)	
(ウ)	
(エ)	
(オ)	

選択問題 4

次の(1)及び(2)の問いについて、それぞれの答えを解答欄に記入しなさい。

- (1) 図 4-1 には、2 つの抵抗とダイオードを交流電源に接続した回路を示す。図 4-2 に示す電圧波形の交流電源を加えたとき、点 P 並びに点 Q を流れる電流の時間変化を表すグラフを解答群 ①～⑥の中からそれぞれ 1 つ選びなさい。

ただし、2 つの抵抗は等しく、図 1 の電流の向きは矢印の向きを正とする。また、ダイオードは図 4-1 の左から右を順方向とし、ダイオードによる電圧降下は無視する。

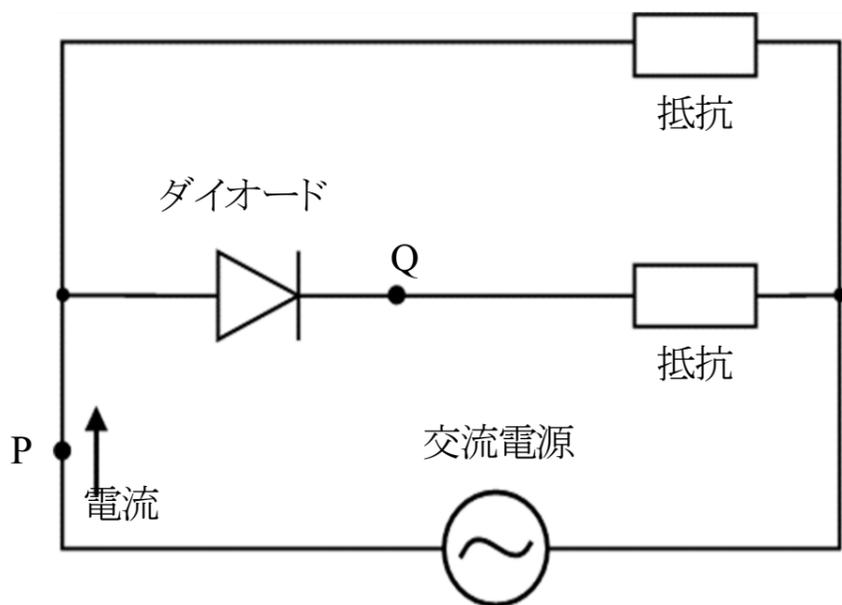


図 4-1

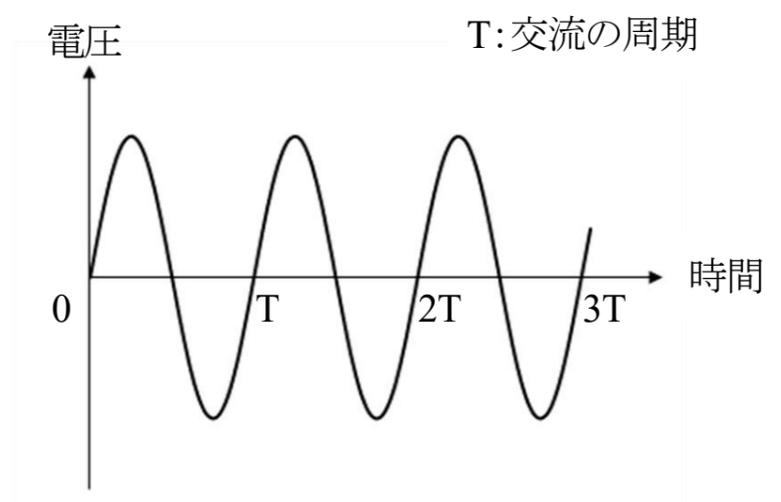
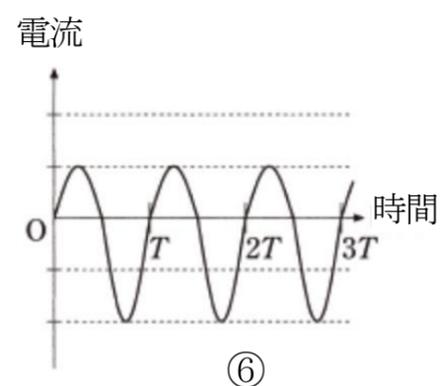
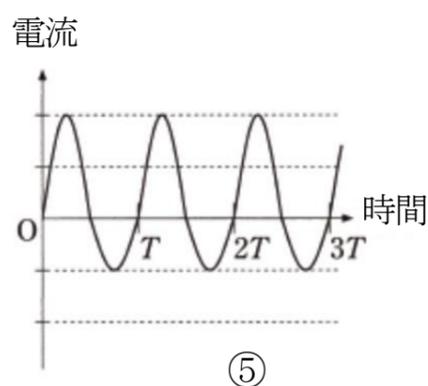
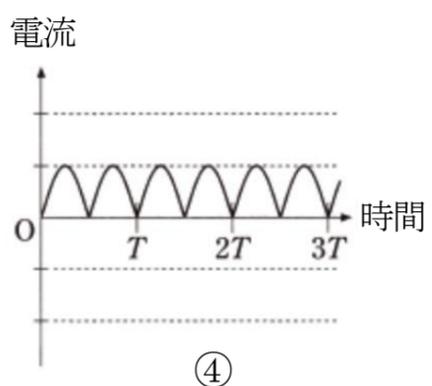
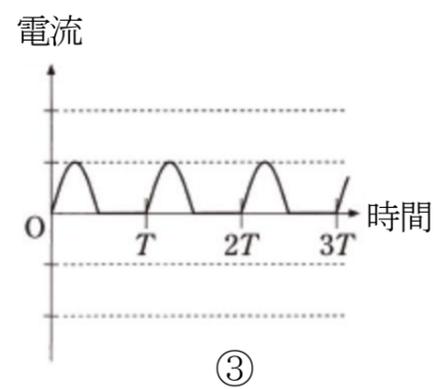
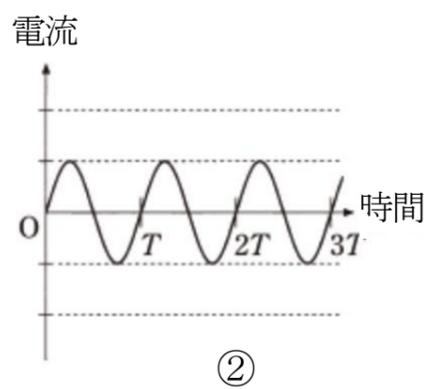
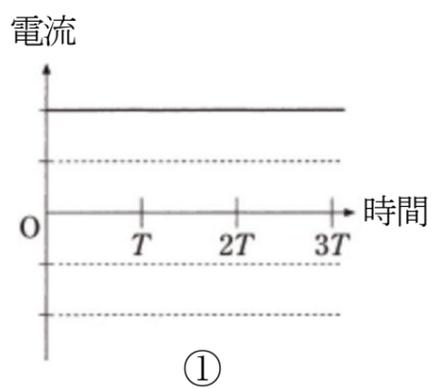


図 4-2

解答群



(2) 図4-3のような抵抗の無視できる断面積 S の N 回巻きコイルと、ダイオードおよび抵抗からなる回路を図4-4のように時間 t とともに変化する一様な磁束密度 B の磁界中に置いた。

次のⅠ～Ⅲの問いに答えなさい。ただし、コイルの中心軸は磁界の方向に平行であり、磁束密度 B は矢印の向きを正とする。また、コイルの自己誘導は無いものとし、ダイオードは左から右を順方向とする。

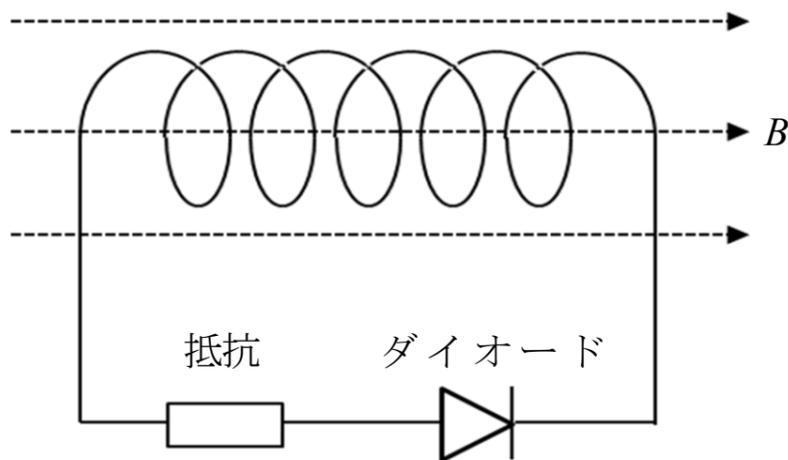


図 4-3

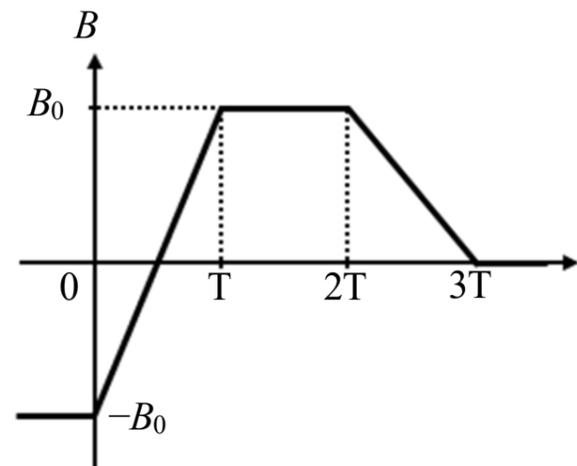


図 4-4

Ⅰ. このとき生じる現象について述べた次の文章について、(ア)～(ウ)の空欄に当てはまる語句を解答欄に記入しなさい。

コイルを貫く磁束が変化すると電磁誘導により 電流が流れる。このとき流れる電流の向きは、外部から加わる磁束の変化を 向きの磁束をコイル中に発生させる向きである。この法則は、発見者の名前を取って の法則と呼ばれる。

Ⅱ. 図 4-2 において、抵抗に電流が流れる時間 t ほどの範囲か。①～③の解答群から選び解答欄に記入しなさい。

① $0 < t < T$

② $T < t < 2T$

③ $2T < t < 3T$

Ⅲ. コイルの両端に生じる電圧を表す式を①～⑥の解答群から選び解答欄に記入しなさい。

① B_0SN

② $\frac{B_0SN}{T}$

③ B_0SNT

④ $2B_0SN$

⑤ $\frac{2B_0SN}{T}$

⑥ $2B_0SNT$

選択問題4

解答用紙

(1)	点P		
	点Q		
(2)	I	(ア)	
		(イ)	
		(ウ)	
	II		
	III		

選択問題 5

次の文章について、(ア)～(オ)の空欄に当てはまる語句または数式を①～⑮の解答群から選び、解答欄に記入しなさい。

図 5-1 のように、鉛直上向き(y 軸の正方向)に磁束密度 B の一様な磁界中に、長さ l 、幅 w 、高さ t の直方体の不純物半導体試料が水平に置かれており、試料の長さ方向(x 軸の正方向)に直流電流 I が流れている。

試料内部に電気量 q をもつ電荷キャリアが単位体積あたり n 個存在し、x 軸の正方向に一定速度 v ($q > 0$ の場合は $v > 0$ 、 $q < 0$ の場合は $v < 0$) で移動しているとすると、電荷キャリアは電荷の正負に関わらず、z 軸の正の向きに大き

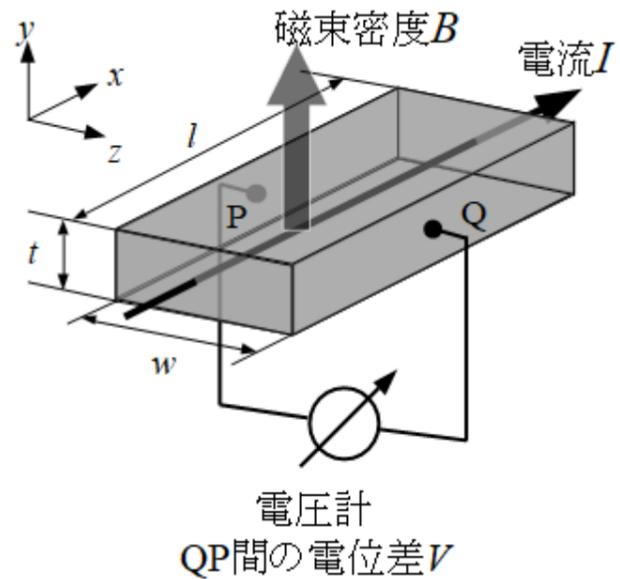


図 5-1

さ のローレンツ力を受ける。その結果、電荷キャリアは側面 Q 側に寄せられ、側面 Q は電荷キャリアのもつ電荷と同符号に帯電する。また、側面 P は電荷キャリアのもつ電荷と逆符号に帯電し、側面 P と側面 Q の間に電位差を生じる。この現象は と呼ばれる。

ここで、側面 P と側面 Q に設けられた電極に電圧計を接続し、QP 間の電位差{側面 P を電位の基準(0 [V])とした側面 Q の電位} V を計測したとき、 $V > 0$ であれば、試料は 半導体である。

次に、電荷キャリアの移動速度 v と密度 n を求めることを考える。試料内部には、側面 P 上および側面 Q 上の電荷により z 軸に平行な静電界 E が誘導される。試料中の電荷キャリアは、ローレンツ力に加え、この静電界による静電気力 qE を受ける。静電気力 qE はローレンツ力とは逆向きに働き、定常状態では、ローレンツ力と静電気力が釣り合っているため、 $+qE = 0$ が成立する。ここで、静電界 E は、QP 間の電位差 v と試料の幅 w から、 $E = -V/w$ と表せるので、電荷キャリアの移動速度 v は、 となる。また、電流 I は、 $I = wtnqv$ と表せるので、電荷キャリアの密度 n は、 となる。

解答群

① qv^2B

② qvB

③ $\frac{BI}{qtV}$

④ $\frac{qV}{wB}$

⑤ $\frac{V}{wB}$

⑥ $\sqrt{\frac{V}{wB}}$

⑦ $\frac{wB}{V}$

⑧ イオン

⑨ 化合物

⑩ n 型

⑪ p 型

⑫ 磁気抵抗効果

⑬ トムソン効果

⑭ ホール効果

⑮ ファラデー効果

選択問題5

解答用紙

(ア)	
(イ)	
(ウ)	
(エ)	
(オ)	