

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 A 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4問あり、時間は100分です。
- 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

問題 1

次の (1) と (2) について、答えを解答欄に記入しなさい。なお、解答欄には導出方法も記入しなさい。

(1) 行列 $A = \begin{pmatrix} -2 & -1 \\ -6 & 3 \end{pmatrix}$ の固有値と固有ベクトルを求めなさい。

(2) 次の線形微分方程式の一般解を求めなさい。

$$\frac{d^2y}{dx^2} - 3\frac{dy}{dx} - 18y = 0$$

問題 1 解答欄

(1)	(導出方法)
	(答え)
(2)	(導出方法)
	(答え)

問題2

次の(1)から(3)について、答えを解答欄に記入しなさい。なお、解答欄には答えの導出方法も記入しなさい。

- (1) 図1に示す回路において、抵抗 $R(\Omega)$ の抵抗器、静電容量 $C(\text{F})$ のコンデンサ、インダクタンス $L(\text{H})$ のコイルの直列回路に角周波数 ω (rad/s) の交流電圧 $V(\text{V})$ を印加する。この回路において、抵抗器の端子間電圧の実効値 V_R が0となる角周波数 ω の条件を全て求めなさい。ただし、交流電圧 V の実効値は0ではないとする。

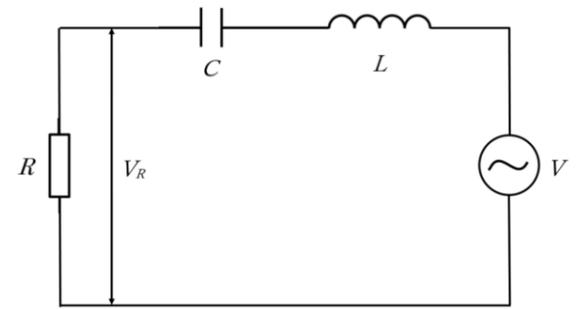


図1

- (2) 図2に示す通り、長方形の導体板を距離 $d(\text{m})$ を置いて並べた平行平板コンデンサがある。導体板の面積 S_1 (m^2) の部分に誘電率 ϵ_1 (F/m) を有する誘電体、面積 S_2 (m^2) の部分に誘電率 ϵ_2 (F/m) を有する誘電体を挿入した。この場合における平行平板コンデンサの静電容量を求めなさい。

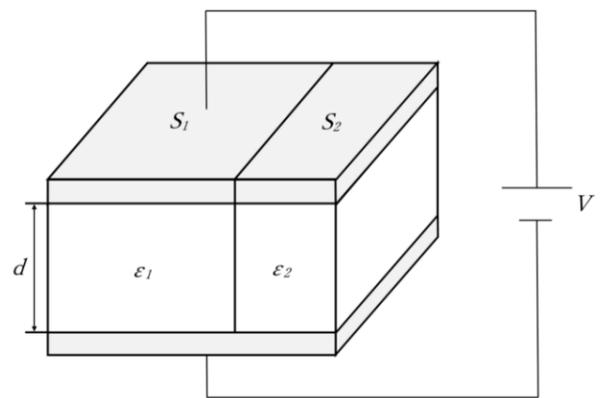


図2

- (3) 図3に示す通り、面積 S の長方形の導体板を距離 $d_0 = d_A + d_G$ (m) 置いて並べた平行平板コンデンサがある。距離 d_A (m) の厚み部分に気体 A を満たした。また、距離 d_G (m) の厚み部分に誘電体 G の物質を挿入した。気体 A の誘電率は ϵ_A (F/m)、誘電体 G の誘電率 ϵ_G は $a \cdot \epsilon_A$ (F/m) である。また、気体 A の絶縁耐力が E_B (V/m) であり、誘電体 G は絶縁破壊しないとする。このコンデンサに電圧 V_0 (V) を印加した時に、気体 A が絶縁破壊を始める d_A の大きさを a 、 E_B 、 d_0 、 V_0 を用いて表しなさい。

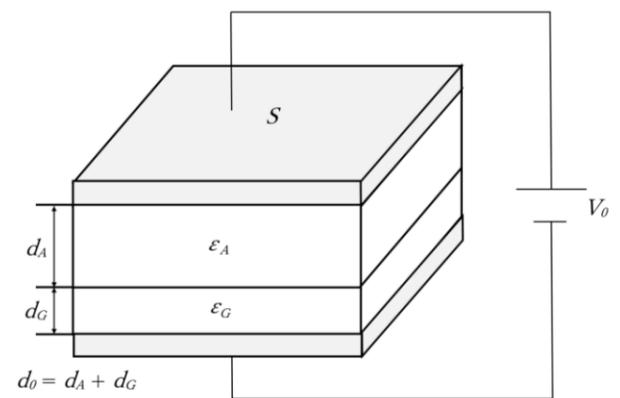


図3

問題2 解答欄

(1)	(導出方法)
	(答え)
(2)	(導出方法)
	(答え)
(3)	(導出方法)
	(答え)

問題3

次の(1)から(3)の説明文中で、(①)から(⑮)に該当する語句を、下記の(A)から(Z)から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。なお、同じ記号を複数用いても良い。

- (1) 容器内に存在する分子が一度他の分子と衝突してから、次の分子に衝突するまでの平均的な飛行距離を(①)という。この(①)は、温度一定の条件下では圧力に(②)し、圧力一定の条件下では絶対温度に(③)する。また、(①)は気体分子密度に(④)する。
- (2) 真空を用いた漏れ試験を行う装置としてヘリウムリークディテクターがある。ここで、ヘリウムを使用する理由として、分子サイズが(⑤)、リーク穴を吸着せずに通過できるからである。また、大気中で(⑥)、かつ真空容器内の残留ガス中や大気中に(⑦)ため質量分析が容易だからである。
- (3) 真空を用いた薄膜作製方法を大別すると、(⑧)および(⑨)がある。さらに(⑧)の中に、(⑩)および(⑪)がある。(⑩)は、薄膜化したい材料を加熱等により蒸発あるいは(⑫)によって気化させて基板上に輸送して薄膜を得る方法である。一方、(⑪)は、材料表面を構成している原子と高エネルギーの入射粒子との衝突により、材料表面から原子あるいは分子が放出されることを利用して基板上に薄膜を得る方法である。一般に、材料から飛び出した原子あるいは分子のエネルギーは、(⑬)と比較して(⑭)の方が大きいため基板との付着力が大きい。しかし、通常は入射粒子としてプラズマ中のイオンを用いるため、装置構成は(⑮)。

- | | | | |
|------------|-------------|---------------|---------|
| (A) 平均自由距離 | (B) 平均自由行程 | (C) 平均衝突距離 | (D) 活性 |
| (E) 不活性 | (F) 大量に存在する | (G) 微量しか存在しない | (H) 小さく |
| (I) 大きく | (J) 容易に拡散し | (K) 容易に反応し | (L) 比例 |
| (M) 反比例 | (N) 二乗に比例 | (O) 二乗に反比例 | (P) 反応 |
| (Q) 蒸発 | (R) 溶融 | (S) 昇華 | (T) 凝固 |
| (U) 物理的堆積法 | (V) 化学的堆積法 | (W) スパッタリング法 | (X) 蒸着法 |
| (Y) 容易になる | (Z) 複雑になる | | |

問題3 解答欄

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	

問題 4

下記の英文は、圧電MEMS振動発電素子の作製プロセスを説明している。以下の問いに答えなさい。

- (1) 英文を日本語に訳しなさい。ただし、図中の表記や図の見出しは日本語訳しなくて良い。
- (2) Figure 1(b) 7)の”Formation of cantilever and mass”の箇所では、圧電MEMS振動発電素子の断面はどのようになっているか、Figure 1(b)の1)~6)を参考に模式図を描きなさい。

Figure 1(a) shows a schematic structure and a photograph of the fabricated piezoelectric MEMS cantilever-type vibration energy harvesters. It consists of a single cantilever structure, which is composed of a supporting silicon layer, a Pt/Ti bottom electrode, a PZT piezoelectric film, a Pt/Ti upper electrode, and a proof mass on the tip of the cantilever. A schematic of the MEMS fabrication process of the harvesters is shown in Fig. 1(b). The starting material was a silicon-on-insulator (SOI) wafer with a 20- μm -thick Si device layer, a 1- μm -thick SiO₂ layer (insulating layer), and a 500- μm -thick Si-bulk layer. The energy harvesters were fabricated as follows:

- 1) An SOI wafer was oxidized on both sides with a thickness of 1 μm .
- 2) We used a Pt/Ti film as a bottom electrode. The thicknesses of Pt and Ti were 100 and 10 nm, respectively. The Pt/Ti film was deposited on the front surface by sputtering. Subsequently, a PZT piezoelectric film with a thickness of 3.0 μm was prepared by sputtering.
- 3) The Pt/Ti film was deposited as an upper electrode with a thickness of 100 nm/10 nm. Then, we patterned the Pt/Ti upper electrode, PZT piezoelectric film, and Pt/Ti bottom electrode by inductive coupled plasma-reactive ion etching (ICP-RIE), one by one.
- 4) An interlayer insulating film (TEOS-SiO₂) with a thickness of 0.6 μm was deposited by CVD and patterned by ICP-RIE.
- 5) Pt/Ti was deposited by sputtering and patterned by ICP-RIE in order to form electrodes and wires.
- 6) To form the cantilevers, we removed the thermally oxidized SiO₂ layer, Si layer and SiO₂ insulating layer on the front surface around the cantilevers. The SiO₂ and Si layers were etched by ICP-RIE and deep RIE, respectively.
- 7) The Si-bulk was etched from the back surface by deep RIE to form the cantilever and a proof mass.

We finally fabricated the piezoelectric cantilever-type vibration energy harvesters with a unimorph structure, as shown in Fig. 1(a).

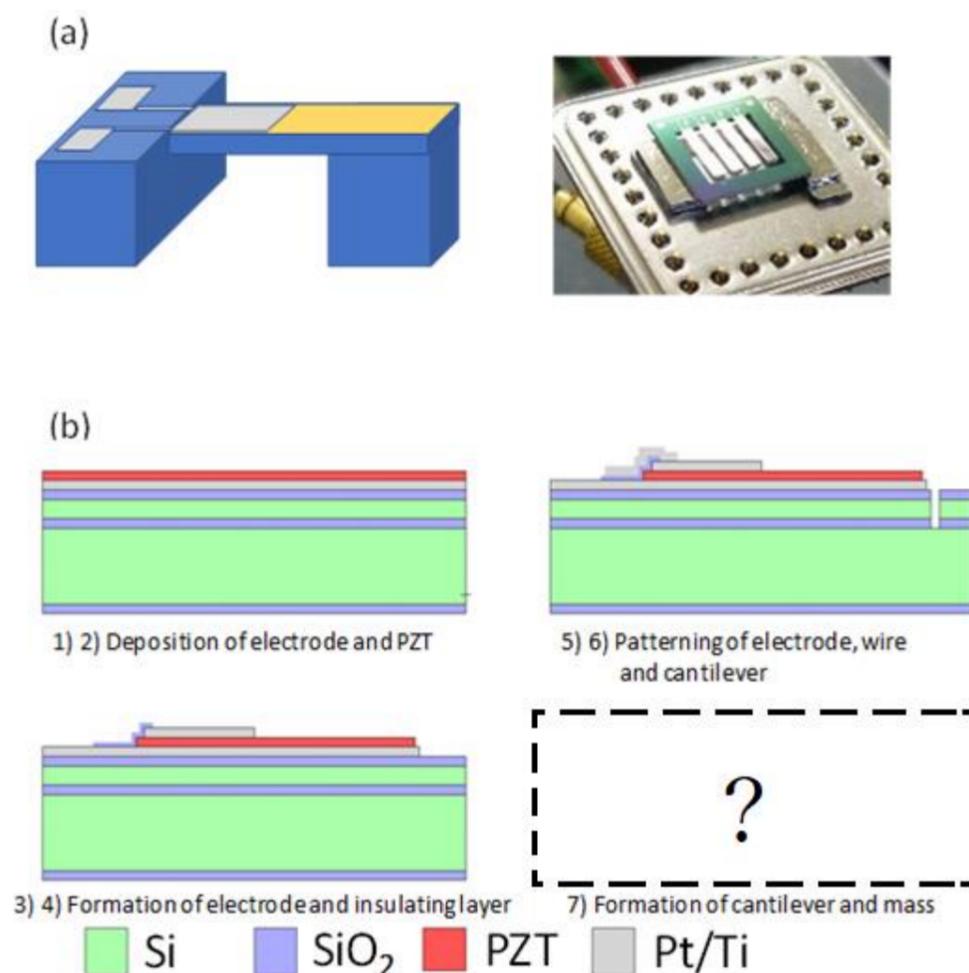


Figure 1 (a) Schematic illustration, photograph, and (b) MEMS fabrication of the cantilever-type piezoelectric energy harvester fabricated employing PZT film.

問題4 解答欄

(1)	
(2)	