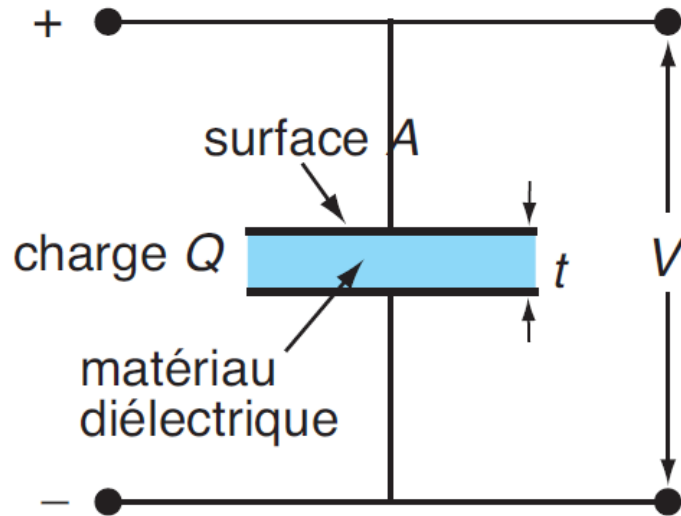


Propriétés diélectriques et introduction aux propriétés optiques

- Condensateurs et constant diélectrique
- Dipôle électrique et déplacement électrique
- Mécanisme de polarisation
- Exemple: circuits alternatifs
- Introduction lumière
- Les processus optiques

La constant diélectrique



La relation entre la capacité d'un condensateur sans diélectrique et sa géométrie est:

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{t} \quad \text{ou } \epsilon_0 \text{ est la permittivité du vide}$$

$(8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m})$

La relation entre la capacité d'un condensateur avec diélectrique et sa géométrie est:

$$C = \epsilon \frac{A}{t} \quad \text{ou } \epsilon \text{ est la permittivité du diélectrique}$$

Il est usuel de faire plutôt référence à la *permittivité relative* du diélectrique, appelée aussi *constante diélectrique*:

$$\epsilon_r = \frac{C_{\text{avec diélectrique}}}{C_{\text{sans diélectrique}}} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

Donc la capacité d'un matériau peut être indiqué comme:

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{t}$$

Question (5 minutes):

Est-ce que la capacité d'un condensateur augmente ou décroît avec un matériau diélectrique?

Constant diélectrique des matériaux

Table 9.1. DC Dielectric Constants of Some Materials

Water	81.1	
Acetone	20	
Silicon	11.8	
GaAs	10.9	
Marble	8.5	
Soda-lime-glass	6.9	
Porcelain	6.0	
Epoxy	4.0	
Fused silica	4.0	Dielectric
Nylon 6,6	4.0	
PVC	3.5	
Ice	3.0	
Amber	2.8	
Polyethylene	2.3	
Paraffin	2.0	
Air	1.000576	

Exercice (5 minutes)

Utilisez les equations ci-dessous pour demontrer que $E_{dielec} = \frac{E_0}{\epsilon_r}$.

$$Q = C * V$$

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{t}$$

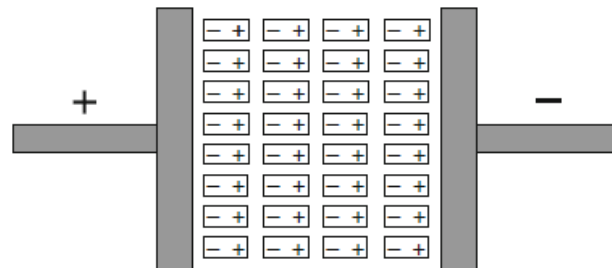
$$\frac{Q}{A} = \epsilon * E$$

$$D = \epsilon_0 * E + P = \epsilon_r * \epsilon_0 * E$$



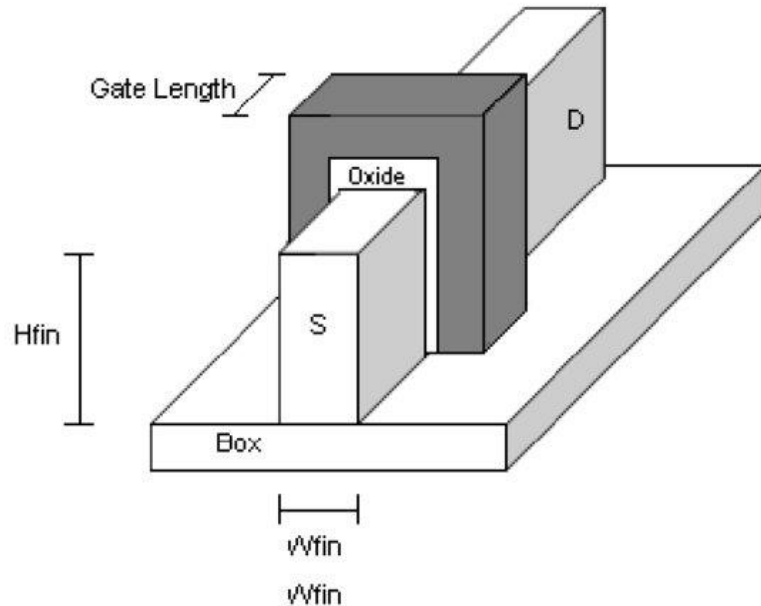
On considere deux capacitors à plaques plats, sans et avec le dielectrique, qui une accumule la meme charge Q:

$$Q = C_0 * V_0 = C_d * V_d$$
$$\epsilon_0 \frac{A}{t} * E_0 = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{t} * E_d$$
$$\frac{E_0}{\epsilon_r} = E_d$$



On a besoin d'un champ électrique réduit pour accumuler la même charge électrique lorsqu'on a un matériau diélectrique entre deux plaques de condensateur.

Exercice (1 semaine)



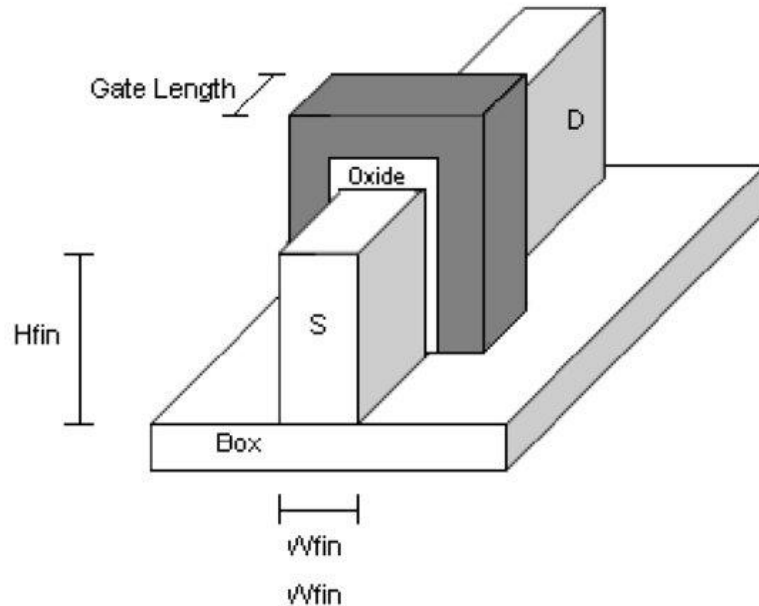
Voici le dessin d'un finFET (FET = field effect transistor ou transistor à effet de champ). C'est la base de la fabrication des dispositifs semi-conducteurs nanoélectroniques modernes. Les microprocesseurs utilisant des grilles FinFET ont été commercialisés pour la première fois dans la première moitié des années 2010, et sont devenus le design de grille dominant pour les nœuds technologiques de 14 nm, 10 nm et 7 nm.

Le FinFET est composé de deux contacts métalliques (source, S, et drain, D), d'un canal semi-conducteur au milieu, d'un diélectrique au-dessus, couvert par un troisième contact métallique (gate). Le gate agit comme un condensateur pour accumuler des charges à l'interface avec le canal. La même quantité de charge sont donc injecté dans le canal.

Questions:

1. Quelles est la géométrie idéal pour profiter aux maximum du diélectrique? Quelles dimensions (épaisseur, largeur, longueur) sont d'intérêt?
2. Choisissez 2 matériaux idéal pour cette application entre les suivants:
Au Cu Si SiO₂ TiO₂ H₂O HfO₂ Al₂O₃
3. En utilisant ces matériaux, combien d'électrons sont injecté dans le canal avec un potentiel de gate de 1V pour si le diélectrique a une géométrie cubique avec coté de 14 nm?

Solutions



Questions:

1. Quelles est la géométrie idéal pour profiter aux maximum du diélectrique? Quelles dimensions (épaisseur, largeur, longueur) sont d'intérêt?

Que l'épaisseur $D = \frac{Q}{A} = \epsilon * E = \epsilon \frac{V}{t}$ Un épaisseur plus petit, plus de charge déplacé.

2. Choisissez 2 matériaux idéal pour cette application entre les suivants:

Au Cu Si SiO₂ TiO₂ H₂O HfO₂ Al₂O₃

Mat	Au	Cu	Si	SiO ₂	TiO ₂	H ₂ O	HfO ₂	Al ₂ O ₃
ϵ_r	∞	∞	11.8	3.9	80	81	25	9

3. En utilisant ces matériaux, combien d'électrons sont injecté dans le canal avec un potentiel de gate de 1V pour si le diélectrique a une géométrie cubique avec coté de 14 nm?

Mat	Si	SiO ₂	TiO ₂	H ₂ O	HfO ₂	Al ₂ O ₃
ϵ_r	11.8	3.9	80	81	25	9
e ⁻	X	3	X	X	19	7
N (cm ⁻³)	X	1.1*10 ¹⁸	X	X	7*10 ¹⁸	2.5*10 ¹⁸

En considérant $V_{\text{diel}} = V_{\text{canal}}$

Quiz



Transmission



Diffusion



Réflexion

Comment ces objets interagissent avec la lumière?