**הכימיה בשירות ההייטק**

**מאת:** קתי ח'ורי ותמר ג'יריס

**אינטל** באנגלית:**Intel**) ) הוא תאגיד בינלאומי אמריקאי, אחת מהחברות החשובות בעולם בתחום של תכנון וייצור **מיקרו-מעבדים (שבבים)** ומעגלים משולבים. כמו כן, אינטל מייצרת כרטיסי רשת, **מערכות שבבים** ללוחות אם, מוצרי תכנה והתקנים אחרים.

**שבבים** נמצאים בכל מקום סביבכם: במכוניות, בטלפונים הסלולריים, במטוסים, במכונות כביסה, במחשבים, בשעונים ועוד...

כאמור, תהליך ייצור השבבים (מיקרו-מעבדים) מבוסס על הסיליקון, Si. זאת בשל תכונותיו הפיסיקליות כמוליך למחצה (semiconductor), והעובדה בהיותו זול וקל להשגה מהטבע (מהחול). ייחודיותו של הסיליקון בתעשייה היא בהיותו מוליך למחצה. לפיכך, על ידי תגובתו עם אטומים/מולקולות מסוימים כגון(NH3, N2O) , התוצר הופך לחומר מבודד (insulator). בעוד, אם משתילים (הסממה- זיהום) אותו על ידי אטומים כגון (B, As) מקבלים חומר מוליך (conductor). השבבים בנויים ממיליוני טרנזיסטורים אשר מצד אחד מבודדים אחד מהשני בעזרת חומר מבודד, SiO2, ומצד שני מחוברים אחד לשני על ידי פסי מתכת.

קיים בתהליך צורך בשני סוגי בידוד:

* **בידוד חשמלי-** נעשה על ידי צורן דו-חמצני (סיליקון אוקסיד), **SiO2**. בידוד בין הטרנזיסטורים בשכבת השבב או בין שכבות השבב.
* **בידוד כשכבת פסיבציה**- נעשה על ידי סיליקון ניטריד, **Si3N4.** משמש כשכבת פסיבציה:
1. מניעת נזק חיצוני: רטיבות (כניסת מים לשבב) או זיהום על ידי כל חומר אחר כגון נתרן.
2. מניעת דיפוזיה של אטומי הנחושת בפסים המוליכים לשכבות המבודדות של סיליקון אוקסיד.
3. מניעת מכות על ידי הוספת שכבה עליונה מהניטריד.

ליצירת המבודדים יש צורך בתהליך כימי שנקרא: CVD- Chemical Vapor Deposition.

תהליך לייצור חומרים מוצקים באיכות ואחוז ניקיון גבוהים. כאשר המגיבים הם גזים. התוצרים המוצקים נוצרים באמצעות תהליכי שיקוע. יתרונות שיטה זו: בהיות המגיבים במצג גזי, זה מקל על ההובלה ופחות לכלוכים. בנוסף, תוצרי הלוואי הם חומרים נדיפים שניתן להיפטר מהם בקלות יחסית.

**שאלות**

1. בהסתמך על המידע המוצג:
2. מהם יתרונות השימוש בסילקון?
3. הסבר מדוע משתמשים בחומר מוליך למחצה בבניית השבבים ולא בחומר מוליך?
4. הסבר את תהליך ההסממה וההבדל בין שתי השיטות.
5. קיימים שבבים של דיודות אור אשר פולטים אור באורכי גל שונים.
6. מהי דיודת אור וכיצד מיצרים אותה?
7. חשבו את פער האנרגיה המתאים לדיודה הפולטת אור באורך גל 580nm . פרטו את חישוביכם.

= 

1. מדוע קיים צורך בשימוש בחומר בידוד בשבבים?
2. כאמור, אחד מחומרי הבידוד שמשתמשים בהם הינו **SiO2**. איזה סוג חומר הסיליקון אוקסיד ומדוע ניתן להשתמש בו כמבודד?
3. מהו תהליך CVD? ומהן יתרונות השימוש בשיטת CVD בתהליך יצירת המבודדים?
4. מוצגת להלן אחת התגובות ליצירת סיליקון אוקסיד:

SiH4(g) + O2(g) 🡪 SiO2(s) + 2H2(g)

1. התגובה המוצגת היא תגובת חמצון-חיזור. נמק.
2. קבע איזה חומר עבר חמצון ואיזה חומר עבר חיזור. נמק.
3. כמה גרם של SiH4 נצטרך בשביל לקבל 100 גרם של SiO2?
4. מהו נפח האוויר הדרוש לתגובה בתנאי החדר בהנחה שהחמצן מהווה 20% מהאוויר?
5. האם הנפח של המימן הנוצר גדול, קטן או שווה לנפח החמצן המגיב? נמק מבלי לחשב. (תנאי לחץ וטמפרטורה לא השתנו)
6. מה יקרה ללחץ בהנחה שמבצעים את התגובה במיכל סגור ששומר על נפח קבוע. גדל,/ קטן או לא משתנה? נמק.
7. למרות שהסילן SiH4 נמצא במצב גזי, דבר הרצוי בתגובות CVD, אך קיים חסרון עיקרי בחומר זה: הקשר הקוולנטי בין אטום הסיליקון והמימן הינו חלש ולכן כאשר ממלאים את תעלות הסילקון בחומר המבודד, קיים חשש כי הקשר החלש יתפרק.

מחליפים את הסילן בחומר אחר הנקרא: TEOS- tetra ethyl ortho silicate



היתרון בחומר זה הוא שאטומי הסיליקון אינם משתחררים מהמולקולה ולכן לא נדבקים על שכבות הסיליקון.

1. רשום את נוסחת המבנה של הסילן.
2. המבנה של הסילן הינו טטרהדר, האם המולקולה קוטבית? נמק.
3. נמק למה הקשר הקוולנטי בין הסיליקון לחמצן חזק יותר מהקשר הקוולנטי בין הסיליקון למימן.
4. הסילן נמצא במצב גזי בטמפרטורת החדר, לעומתו ה TEOS נמצא במצב נוזלי. נמק.
5. מוצגת תגובה כימית ליצירת הניטריד

SiH4(g) + 4 NH3(g) → Si3N4(s) + 12 H2(g)

לכלי סגור ע"י בוכנה שיכולה לנוע מעלה מטה באופן חופשי, הכניסו 25 ליטר של SiH4 ונפח מתאים של NH3

1. מהו הנפח של NH3 שהגיב בתגובה זו? פרט את חישוביך.
2. מהו הנפח של H2 שנוצר בסוף התגובה? פרט את חישוביך.
3. קבע אם במהלך התגובה הבוכנה נעה למעלה, למטה או לא נעה. נמק.
4. האם על פי הנתונים אפשר לחשב את מסת המוצק שהתקבל בתגובה) ? אם כן, חשב את מסת המוצק. אם לא, הסבר מדוע).



1. היישום הטכנולוגי המוצג בקטע, אינו היישום היחיד שמסתמך על כימיה. לפניך רשימה שמציגה דוגמאות נוספות:
* פולימרים מוליכים.
* אף אלקטרוני לאבחון סרטן על ידי דגימות נשימה.
* חומרים המתנקים מעצמם.
* חיישן חומציות רגיש היוזם ייצור אינסולין.
* שיפור תכונות דבקי אפוקסי באמצעות שילוב ננו-חלקיקים.

יש לבחור אחד מבין הנושאים המוצגים ולהכין מצגת בנושא. לצורך זה יש לחפש חומר באינטרנט על ידי שימוש במילות מפתח מתאימות ולנסות למצוא חומר מורחב, אפשר גם לנסות לאתר את החברה שעוסקת בפיתוח, וליצור קשר איתה על מנת לשאול שאלות ולקבל עזרה.

כמובן, אפשר גם לחשוב על רעיונות אחרים, אבל יש לקבל אישור של המורה לפני התחלת העבודה.

**הנחיות להכנת מצגת**

מטרת המצגת להציג את העבודה בצורה תמציתית, מושכת וברורה.

* הרקע - השתמשו בצבעי רקע המתאימים לנושא העבודה.
* המצגת צריכה להכיל 7-10 שקופיות שביניהן קיים רצף רעיוני.
* בהצגת המידע יש להשתמש באמצעים גרפיים: תמונות, איורים, אנימציות- יש להוסיף הסבר קצר לכל ייצוג גרפי שתוסיפו.
* טקסט – מצומצם וממוקד. ניתן לכתוב 4-3 שורות בשקף (לא יותר מכך).
* גודל גופן 48-54.
* שקופית – לא להעמיס חומר רב מידי, במידה והמידע רב יש להוסיף שקופית.
* יש לכלול מלל לפחות בחצי מהשקפים בשילוב אמצעים גרפיים אחרים.
* ציינו בשקופית האחרונה את מקורות המידע במדויק.
* יש לקרוא את המחוון המצורף לפני תחילת העבודה על מנת להתמקד בדרישות, ובסוף העבודה על מנת להעריך את עצמכם ולבדוק אם יש צורך בשיפור.