

Gold in the Mechanical Room

הזהב בקומה המכנית

זיכרונות הנדסיים של איסי גייר מפאב 8 — שנת 1985

Engineering Memoirs of Issi Geier, Intel Fab 8, Jerusalem — 1985

VARIAN 3125 Automatic Deposition E-beam Evaporation Procedure



Varian 3125 e-beam deposition vacuum system

Introduction The Varian 3125 system includes the main vacuum chamber and associated vacuum pumps and valves, the electronics rack, and the e-beam high voltage power supply. The system uses a cryogenic vacuum pump to reach high vacuum levels.

In the automatic mode the system is interlocked to prevent:

- 1) Accidental venting of the vacuum chamber with the high vacuum gate valve open
- 2) Application of the high voltage to the e-beam if the vacuum chamber is not at sufficient vacuum level
- 3) Excessive e-beam emission current which could cause catastrophic failure of the system

Under no circumstances should the system ever be operated in a "manual" mode

File: Word/Procedure-Varian Automatic Deposition

מערכת *Varian* — מנדף אידוי אלקטרון-ביים / *Varian E-Beam Evaporator System*

הסיפור: הזהב בקומה המכנית

פאב 8, ירושלים — שנת 1985 / 1985 — Fab 8, Jerusalem

אני זוכר היטב את המתח באוויר של פאב 8 בירושלים. הפרוסות הראשונות של המפעל כבר הגיעו לסוף קו הייצור, אך הכל עמד מלכת. בלי שכבת זהב בצד האחורי של הפרוסה, לא ניתן היה ליצור מגע אומי (Ohmic Contact), לבצע בדיקה חשמלית (Sort) ואי אפשר היה לדעת אם השבבים שעבדנו עליהם כל כך קשה בכלל תקינים.

דב פרומן ומנהלי ההנדסה היו בלחץ אדיר וחיפשו נואשות אחר תשובות. הייאוש היה כה גדול, עד ששקלו לשבור פרוסות יקרות לחתיכות קטנות ולרוץ איתן למנדפים המעבדתיים באוניברסיטה העברית — מנדפים קטנים שלא יכלו להכיל פרוסה שלמה — רק כדי לנסות ולקבל קצה חוט לגבי תקינות הסיליקון.

באותם ימים, פאב 7 באלבוקרקי, ניו מקסיקו, ניסו לפתח ציפוי זהב בטכנולוגיה Sputtering וזה לא הצליח. הוחלט לעשות זאת בעזרת טכנולוגיה ישנה של מנדף זהב, אבל לא היו מכונות חדשות. פנו לחברה שפעלה מתוך גראז' בשם טלמרק של 2 מהנדסים ושלושה פועלים, הם רכשו מנדפים ישנים של וואריאן ושיפצו עבורנו ועבור פאב 7 מנדפי Varian ישנים. הם עשו עבודה יסודית: ניקו את תא הווקום בחומצות, התקינו Gate Valve מודרני, וביצעו אינטגרציה מלאה עם משאבות קריוגניות 10" (Cryo Pump) במקום משאבות הדיפוזיה המיושנות, בקר ווקום, תותח אלקטרוני של אריקו טמסכאל, ובקרת תהליך של אינפיקון שמבוססת על קריסטל שהמסה שלו גדלה עם ציפי הזהב ומחשב קצב נידוף ומפסיק את התהליך בעובי הנכון.

אני נישלחתי למשימה הזו ממשיתלי היונים של Nova, לבקשת דוב. לפני שבכלל יכולנו לחשוב על נידוף זהב, הייתי צריך להכין את כל התשתית המורכבת בקומה המכנית. זה היה פרויקט הקמה לכל דבר: התקנתי את המשאבה המכנית מחוץ לחדר כדי למנוע רעש וזיהום שמן, הקמתי את מערכות החשמל, בניתי את מערכת קירור המים הקריטית למנדף, ודאגתי להולכה של חנקן נקי, לחץ אוויר ומערכות ואקום. רק כשהתשתיות הללו פעלו בתיאום מושלם, הגיע הצוות של טלמרק והתחלנו להעמיד את המכונה.

ה"טיל" שנעצר במכס

The "Missile" Stopped at Customs

הזיכרון הכי חזק שלי מאותם לילות הוא הרגע שבו ספק הכוח של Airco Temescal שבק חיים. השפופרת הקרמית הענקית עם כנפי קירור בזנב, שהייתה הלב של ה-E-gun, נשרפה. הזמנו אחת חדשה בהחלט מארה"ב, אך רשויות המכס בנמל התעופה קנדי (JFK) עצרו את המשלוח.

המוכסים האמריקאים ראו שפופרת מאסיבית עם צלעות קירור בולטות וחשבו בטעות שמדובר בטיל נגד טנקים שנשלח לישראל. רק לאחר ששלחנו להם את כל המפרטים הטכניים והוכחנו שזו בסך הכל שפופרת למנדף אזרחי, הם שיחררו את הרכיב.

מערכת הפלנטרים: ריקוד הדיוק בוואקום

The Planetary System: Dance of Precision in Vacuum

כיפה פלנטרית עם טבעות וופרים / *Planetary dome with wafer carrier rings*

כדי להבטיח שהזהב יצפה את הפרוסות באופן אחיד לחלוטין, המנדף צויד במערכת פלנטרית (Planetary System). מדובר במבנה מכני מרשים המבצע תנועה סיבובית כפולה: שלוש "כיפות" מתכת גדולות שעליהן הונחו הפרוסות. כל כיפה הסתובבה סביב צירה, ובו זמנית כל המערכת כולה הסתובבה סביב הציר המרכזי של המנדף.

התנועה הזו הבטיחה שכל פרוסה תיחשף לאדי הכרום והזהב מזוויות משתנות, מה שמנע "הצללות" ויצר שכבה הומוגנית בדיוק של אנגסטרמים בודדים על פני כל שטח הפרוסה.

עבודת המנדף: כרום, גרפיט וזהב

The Evaporator Work: Chromium, Graphite and Gold

תותח אלקטרוניים וכורית — מקור האידוי / *Electron beam gun and crucible — the evaporation source*

אני זוכר את 12 בלילה שבו התקנו את השפופרת שהגיעה סוף סוף מנתב"ג. טלמרק הראו לי שהמכונה ביצעה אינטגרציה מלאה וטענתי את הפרוסות על מערכת הפלנטרית. השלב הראשון היה קריטי: נידוף שכבת כרום בעובי 300 אנגסטרם משני פילמנטים. ידענו שללא הכרום, הזהב פשוט יתקלף מהסיליקון ולא יחזיק מעמד.

לאחר מכן הגיע תור ה-E-gun. אלומת אלקטרוניים בעוצמה אדירה של 10,000 וולט ואמפר אחד נורתה לעבר כורית גרפיט מלאה בזהב. הגרפיט היה חיוני כדי שהזהב לא יידבק לדפנות הכורית בטמפרטורה הגבוהה. כיוונו את המגנטים של התותח בדיוקנות, ובקר האינפיקון (Inficon) מדד בעזרת קריסטל הקוורץ את עובי השכבה המדויק שנוצר על גב הפרוסות בזמן שהן חגו מעל האלומה הלוהטת.

הקוד הסודי יום ההולדת שלי

The Secret Birthday Code

בזמן העבודה, החבר'ה מטלמרק חשפו בפניי מפקס סודי בתוך מכשיר האינפיקון שדרכו קובעים את הקוד לשינוי המתכונים (Recipes). כששאלו אותי איזה קוד אני רוצה להגדיר, נתתי להם את תאריך יום ההולדת שלי.

במשך עשור לאחר מכן, כל מהנדס או טכנאי שעבד על המכונה בפאב 8 השתמש בקוד הזה. הם ידעו את המספר, אך איש מהם לא ידע מה המשמעות שלו או איך בכלל משנים אותו. יום ההולדת שלי הפך לחלק בלתי נפרד מהמכונה.

ב-5 לפנות בוקר — הפרוסות הראשונות

At 5 AM — The Test

ב-5 לפנות בוקר, הכל היה מוכן. הוצאתי את הפרוסה המצופה והנחתי אותה על שולחן המשרד של דב פרומן. כשהגיעו תוצאות הבדיקה החשמלית Etest Sort והתברר שהשבבים תקינים, הייתה הקלה עצומה במפעל. המשימה הושלמה — פאב 8 יכול היה לצאת לדרך.

ואני? אני פשוט לקחתי את ההסעה הביתה, עצמתי עיניים והלכתי לישון מרוצה.

— סוף המאמר / *End of Article* —

איסי גייר | Intel Fab 8, Jerusalem | 1985