

FAB8

אתר הזיכרונות

זע
ת
F

אתר



FAB 8 זיכרונות של איסי גייר מהמצאת ה-EPROM עד קרן היונים הראשונה במשתיל יונים ליצור מוליכים למחצה בישראל

ההיסטוריה של אינטל בישראל

נוכחותה של אינטל בישראל החלה בתחילת שנות ה-70 ביוזמתו של דב פרוהמן, אשר ייסד את אינטל ישראל.

מוקדם יותר בקריירה שלו באינטל בארצות הברית, המציא פרוהמן בשנת 1971 את רכיב הזיכרון זיכרון לקריאה בלבד (EPROM – Erasable Programmable Read-Only Memory) הידוע בשם (שניתן למחיקה ותכנות מחדש).

היווה פריצת דרך טכנולוגית משמעותית. הוא אפשר לאחסן מידע באופן קבוע בזיכרון EPROM מוליכים למחצה, תוך אפשרות למחיקת ההתקן באמצעות אור אולטרה-סגול ולאחר מכן תכנות מחדש.

הפך לאחד מהמוצרים המסחריים המוצלחים ביותר של EPROM, מעבר לחשיבותו הטכנולוגית אינטל.

היוו חלק מרכזי מהכנסות אינטל EPROM בסוף שנות ה-70 ולאורך רוב שנות ה-80, התקני.

היה אחד המוצרים המרכזיים EPROM-באותה תקופה אינטל הייתה עדיין בעיקר חברת זיכרונות, ושתמכו בעסקי החברה.

הציע פרוהמן להקים פעילות פיתוח של אינטל בישראל, EPROM, בעקבות הצלחת.

יוזמה זו הובילה להקמת מרכז הפיתוח הראשון של אינטל בחיפה בשנת 1974.

הצלחת מרכז הפיתוח בחיפה הוכיחה כי ניתן לבצע בישראל הנדסת מוליכים למחצה מתקדמת, וסייעה ליצור בתוך אינטל את הביטחון שניתן להקים גם ייצור מוליכים למחצה בישראל.

אינטל פאב-8 ירושלים

ההחלטה להקים את אינטל פאב-8 בירושלים הייתה צעד היסטורי הן עבור אינטל והן עבור ישראל.

באותה עת כל מפעלי הייצור של אינטל היו ממוקמים בארצות הברית.

לכן פאב-8 הפך למפעל ייצור המוליכים למחצה הראשון של אינטל שנבנה מחוץ לארצות הברית.

עבור ישראל הייתה לכך משמעות אדירה: הדבר הוכיח שניתן להקים בישראל ייצור מתקדם של מוליכים למחצה.

דב פרוהמן עצמו התגורר בעין כרם בירושלים, דבר שחיזק את הקשר בין הנהגת אינטל בישראל לבין העיר שבה נבנה המפעל.

הקמת פאב-8 חייבה בניית תשתית חדשה לחלוטין לייצור מוליכים למחצה בישראל. מהנדסים נדרשו להכשרה, ציוד היה צריך להיבחר ולהיות מותקן, ותהליכי ייצור נדרשו ליישום.

בין המהנדסים הראשונים שגויסו להקמת פאב-8 היה איסי גייר, אשר רואיין אישית על ידי דב פרוהמן בנובמבר 1982.

זיכרון אישי – ראיון עם דב פרוהמן

בנובמבר 1982 רואינתי על ידי דב פרוהמן למשרה באינטל.

באותה תקופה לימדתי אלקטרוניקה במסגרת תוכנית להנדסאים במכללה טכנולוגית לכיתות י"ג-י"ד.

בנוסף להוראת אלקטרוניקה, הנחיתי פרויקטי גמר בתחום המיקרו-מחשבים, והדרכתי סטודנטים בתכנון ובמימוש מערכות מבוססות מיקרו-מחשב.

במהלך הראיון דב שאל אותי מספר שאלות באלקטרוניקה.

לאחר הדיון הוא אמר לי שעברתי את הראיון.

"שאלתי אותו: מה תהיה העבודה שלי

."דב ענה: "העבודה תותאם ליכולות שלך

כבדיחה אני יכול לומר היום שהתשובה הזו לא נתנה לי שום הבנה אמיתית לגבי מה שאעשה בפועל.

אבל כבר החלטתי לבצע שינוי בקריירה שלי, ולכן הצטרפתי לאינטל.

"ואמר: "את זה אתה תלמד Varian לאחר מכן הוא שלף חוברת של משתיל יונים של חברת

באותו רגע הנחתי שאעבוד בעיקר בתחום האלקטרוניקה.

מה שקרה בפועל היה שונה לחלוטין – והרבה יותר מרתק.

הראיון עם דב פרוהמן סימן את תחילת מעורבותי בייצור מוליכים למחצה.

כאשר הגעתי מאוחר יותר לפאב-5 לצורך הכשרה, הכניסו אותי לחדר הנקי והחלו להסביר לי את הסביבה שבה אעבוד.

אמרו לי שהציוד כולל מתחים של עד 200,000 וולט, גזי תהליך שונים — שתוארו בצחוק כמסוכנים יותר ממה שהיה לסדאם חוסיין בעיראק — מערכות ואקום גבוה, חנקן נוזלי, ומשאבות ואקום מכניות מלאות בשמן מזוהם המכיל חומרים מסוכנים.

עבורי זו הייתה הלם של ממש.

"בתמימות שאלתי": איפה מנתקים את החשמל מהמכונה בזמן תחזוקה

הם הסתכלו עליי וענו משהו כמו: "אתה משוגע? אם ננתק את החשמל מהמכונה, ייקח בערך 12 שעות להגיע שוב לוואקום גבוה."

— עד אז עבדתי בעיקר עם מיקרו-מחשבים, שם הכלל הראשון היה פשוט: לפני שנוגעים בציוד מנתקים חשמל.

ציוד לייצור מוליכים למחצה התברר כעולם שונה לחלוטין.

ספקנות וביקורת ציבורית

במהלך תכנון ובניית פאב-8, הפרויקט נתקל בספקנות ובביקורת ציבורית ניכרת בישראל.

חלק גדול מהביקורת התמקד במענקים הממשלתיים ובהטבות הכלכליות שניתנו לאינטל.

הדיון סביב מענקים אלו החל כבר בשלב התכנון של פאב-8 ובמהלך המשא ומתן בין אינטל לממשלת ישראל.

חלק מהמבקרים טענו שמפעל אינטל לא ייצר בפועל מוצרי מוליכים למחצה אמיתיים.

דיון זכור במיוחד התקיים עם אדם שעבד במשרד מבקר המדינה.

הוא היה חבר ילדות שלי מבית הספר היסודי.

הוא טען שמפעל אינטל ישמש בעיקר כמקלט מס לחברה אמריקאית, ושמה שכנראה יקרה הוא שמוצרים פשוט יישלחו הלוך ושוב כדי ליצור מראית עין של ייצור.

מעולם לא שכחתי את העלבון שהיה גלום באמירה הזו.

דב פרוהמן בחר שלא להגיב בפומבי לביקורת מסוג זה.

"במקום זאת הוא אמר": הם יגידו את מה שיגידו, ואנחנו נעשה את מה שאנחנו צריכים לעשות.

ההיסטוריה הוכיחה שהוא צדק.

ציוד לייצור מוליכים למחצה בתחילת שנות ה-80

בשנת 1984, טכנולוגיית ייצור המוליכים למחצה עדיין הייתה בתהליך התפתחות מואץ.

התעשייה הייתה בעיצומו של מעבר מווייפרים בקוטר 4 אינץ' לווייפרים בקוטר 6 אינץ'.

מכונות רבות תוכננו במקור עבור ווייפרים של 4 אינץ', ולא תמיד היה ברור אם הן יעבדו כמצופה עם ווייפרים של 6 אינץ'.

הגישה של אינטל הייתה פרגמטית.

אם מכונה הייתה מסוגלת לייצר את שכבת התהליך הנדרשת, המהנדסים היו מוצאים דרך להפעיל ולתחזק אותה.

מכונות רבות היו למעשה אבי-טיפוס הנדסיים.

כלל מערכת אוטומטית לטעינת וייפרים, אך התוכנה עדיין לא הייתה Nova NV-10-80-לדוגמה, ה, מוכנה.

במשך כחצי שנה הוייפרים נטענו ידנית באמצעות מקל ואקום שאחז בווייפר מצדו האחורי.

זה עדיין היה שיפור משמעותי לעומת עיבוד וייפרים של 4 אינץ', שם וייפרים טופלו לעיתים קרובות באמצעות פינצטות.

בנוסף, יזמנו ופיתחנו שיפורים רבים למכונות ולתהליכים.

באותה תקופה היה גם היבט נוסף לעבודה הזו: תחושה של הוכחה למה מהנדסים בישראל — מסוגלים להשיג.

לא היינו צנועים לגבי זה. היינו גאים בזה.

כמה מהשיפורים שפותחו בפאב-8 הועתקו ואומצו מאוחר יותר במפעלי אינטל בארצות הברית.

בניית פאב-8

בניית פאב-8 התקדמה במקביל לכך שהתקנת הציוד כבר החלה.

המכונה הראשונה שהותקנה במפעל, הותקן, Nova NV-10-80 כאשר משתיל היונים בזרם גבוה באוגוסט 1984 – החדר הנקי עדיין היה בשלבי בנייה.

באותה עת:

- קיר אחד של החדר הנקי עדיין היה פתוח
- Thermco הפתח אפשר התקנה של תנורי דיפוזיה גדולים של חברת
- איטום תקרת החדר הנקי עדיין היה בעיצומו

התקנות ציוד מאוחרות יותר בוצעו כאשר החדר הנקי כבר הגיע למצב מתקדם בהרבה.

התקנת המכונה הראשונה בפאב-8

לאחר כשנה וחצי של הכשרה ועבודה במפעלי אינטל בארצות הברית, ולאחר השלמת בדיקת קבלה באתר היצרן בבוסטון, הביאו איסי גייר ואלי שביט את משתיל היונים בזרם (FAT) במפעל היצרן לפאב-8 של אינטל בירושלים Nova NV-10-80 גבוה.

פיטר רוז מקים את נובה שניקנת על ידי איטון ומשם ל Axcelis Technologies



NV 10-80 המכונה דומה ל פאב 8



ההתקנה בוצעה באוגוסט 1984.

היה המכונה הראשונה שהותקנה בפאב-8, ובהמשך גם הפכה למכונה הראשונה Nova NV-10-80-ה במפעל שסיימה התקנה והסמכה מלאה.

מהנדסים שמילאו תפקיד מרכזי בהבאת טכנולוגיית השתלת היונים לפאב-8 היו

איסי גייר

אלי שביט, רוני מן

שלושת, המהנדסים שהו תקופות ממושכות במפעלי אינטל בארצות הברית – כולל אורגון ניו-מקסיקו, אריזונה וקליפורניה – ולמדו את התפעול, התחזוקה והטכנולוגיה של מערכות השתלת יונים.

Varian (350 דגם) במהלך אותה תקופה הם עבדו גם עם מערכות השתלת יונים בזרם בינוני של שהותקנו מאוחר יותר בפאב-8.

אלומת היונים הראשונה בייצור המוליכים למחצה של אינטל בישראל

גז ארגון שימש ליצירת האלומה הראשונית ולביסוס תנאי הוואקום הנדרשים של המערכת.

זו הייתה אלומת היונים הראשונה אי פעם שיוצרה בייצור המוליכים למחצה של אינטל בישראל.

בכניסה למפעל היה ארון תצוגה שהציג את ההיסטוריה המוקדמת של המפעל.

לאחר יצירת האלומה הראשונה, המכונה הדפיסה את פרמטרי האלומה ונתוני המערכת.

לקחנו את ההדפסה הזו.

"History" אלי כתב עליה את המילה.

"The first ion beam of Intel in Israel." מתחתיה כתב

ההדפסה הונחה לאחר מכן בארון התצוגה בכניסה למפעל

השפעת פאב-8 על תעשיית המוליכים למחצה בישראל

להצלחת פאב-8 היו השלכות רחבות הרבה מעבר לפעילות של מפעל יחיד

היא יצרה מערכת אקולוגית טכנולוגית סביב ייצור מוליכים למחצה בישראל

חברות שהפכו בהמשך לחלקים מרכזיים בתעשיית המוליכים למחצה הישראלית כוללות

- National Semiconductor Israel (לשעבר) טאואר
- ישראל – רחובות Applied Materials
- Nova
- KLA

בשנים הראשונות התקיים גם שיתוף פעולה בין מפעלי מוליכים למחצה בישראל

National Semiconductor-לדוגמה, ד"ר אריה גרינברג, שהיה אחראי על מערכות השתלת יונים ב ישראל, התייעץ איתי לעיתים קרובות בנוגע לציד השתלת יונים

עם הזמן הפכו לחברים טובים, וביקרתי אותו מספר פעמים בביתו בטבעון

לעיתים אף החלפנו חלקי חילוף כאשר מפעל אחד נזקק בדחיפות לחלק, והמשלוח מארצות הברית עדיין לא הגיע

באותה תקופה קהילת המוליכים למחצה בישראל הייתה קטנה מאוד, וכמעט כולם בתחום הכירו זה את זה

מאחר, National Semiconductor-כמו כן, הייתה מעט מאוד רגישות לסודיות ציוד בין אינטל ל שהחברות ייצרו מוצרים שונים

הייתה גם תקופה שבה מפעלי אינטל בארצות הברית – כולל פאב-6 ופאב-7 – חוו קשיים תפעוליים

במהלך אותה תקופה נשא פאב-8 בירושלים חלק גדול מאוד מייצור המעבדים של אינטל

עבור כל העולם Intel 386 אם אני זוכר נכון, פאב-8 ייצר כ-75% ממעבדי

עבור אלו מאיתנו שהיו מעורבים בהקמה הראשונית של המפעל, זה היה רגע יוצא דופן

זיכרונות קריירה אישיים – איסי גייר

עבודתי באינטל לא הסתיימה עם תקופת ההקמה הראשונית של פאב-8

עבדתי באינטל במשך 32 שנים

במהלך השנים עבדתי במספר תחומים טכנולוגיים בתוך מפעלי אינטל

עבודתי המוקדמת כללה מערכות השתלת יונים, כולל ההתקנה וההפעלה הראשונית של מערכת

Nova NV-10-80.

בהמשך עבדתי גם עם

- מערכות אידוי בוואקום
- שקיעת זהב בצד האחורי של וייפרים
- תשתיות טכנולוגיות מידע
- ציוד ליתוגרפיה
- מערכות בדיקה לפגמים בבפרוסות

במהלך הקריירה שלי עבדתי עם סורקי ליתוגרפיה הפועלים באורכי גל של 248 נ"מ ו-193 נ"מ

תחום נוסף שבו עסקתי היה בדיקת פגמים בווייפרים, כולל שימוש בכלי בדיקה מתקדמים ברחובות Applied Materials ובמיקרוסקופים אלקטרוניים, שרבים מהם יוצרו על ידי

עבודתי נמשכה מאוחר יותר גם ב-פאב-18 וב-פאב-28, בתחומים טכנולוגיים שונים של ייצור מוליכים למחצה

במבט לאחור, השנים הראשונות של פאב-8 היו תקופה ייחודית

מכונות רבות היו עדיין למעשה אבי-טיפוס הנדסיים, ומהנדסים נדרשו לא רק ללמוד כיצד להפעיל ולתחזק אותן, אלא גם כיצד לשפר אותן בפועל

מאז אלומת היונים הראשונה שיוצרה בשנת 1984, תעשיית המוליכים למחצה בישראל צמחה והפכה לאחד מענפי ההייטק החשובים ביותר במדינה

עבורי באופן אישי, ההשתתפות בשנים הראשונות של ייצור אינטל בישראל הייתה חוויה מקצועית יוצאת דופן