

Dagboek System Engineering bij ASML

Citation for published version (APA):

Luijten, C. C. M. (2000). Dagboek System Engineering bij ASML. *Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde*, 66(12), 388-390.

Document status and date:

Published: 01/01/2000

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of Record (includes final page, issue and volume numbers)

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Promoveren is leuk. En soms ook taai. Maar vooral diepgaand. Voor mijzelf wilde ik het bewijs leveren dat ik in staat ben deskundig te worden op een klein, afgebakend gebied. Dat is me gelukt, maar al tijdens het promotie-onderzoek wist ik dat het eenmalig zou zijn: na de diepte verkend te hebben wilde ik graag weer de breedte in.

De mogelijkheid daartoe diende zich aan in de vorm van een betrekking als System Engineer bij ASML. Dit Veldhovense bedrijf (te vinden op de website www.asml.nl) fabriceert lithografische step & scan systemen voor de halfgeleiderindustrie, verder kortweg (wafer)scanners genoemd. ‘Wafers’ zijn silicium plakken waarop elektronische circuits worden afgebeeld, en waaruit na een aantal stappen meerdere Integrated Circuits (IC’s, oftewel chips) worden gemaakt.

De afdeling System Engineering is verantwoordelijk voor het integrale ontwerp van de lithografische machines. Dit geldt zowel voor de beginfase van het ontwerp (vaak voortbordurend op een al bestaand systeem) als voor de verificatie van het ontwerp, alvorens het in aantallen wordt geproduceerd.

Een scanner wordt (letterlijk!) afgerekend op een paar eenvoudig meetbare ‘prestatie indicatoren.’ Achter deze simpele getallen gaat een gecompliceerd samenspel schuil van de subsystemen waaruit de scanner bestaat. De subsystemen zelf bestaan meestal weer uit optische, mechanische en/of elektronische onderdelen (hardware), vaak in combinatie met software. De vertaling van de subsysteem-eigenschappen naar de prestatiegetallen van de scanner als geheel, vindt plaats met behulp van budgetten. Niet in financiële zin, maar in fysische eenheden zoals nanometers of seconden.

Aan de hand van deze budgetten wordt gekeken waar de ‘winst’ – ook vaak in termen van wafer-doorvoersnelheid (seconden) of nauwkeurigheid (nanometers) – te behalen valt in het ontwerp. Dit geeft dan weer aanleiding tot projecten ter verbetering van bepaalde aspecten van het ontwerp. Als systeemarchitect (de Nederlandse vertaling van System Engineer) behoor je deze projecten te definiëren, te initiëren en te begeleiden. Het feitelijke realiseren van project-doelstellingen binnen de gegeven tijd, kosten en mankracht is de taak van projectleiders; uiteraard is het de bedoeling dat System Engineer en Projectleider hierbij nauw samenwerken.

donderdag 31 augustus

Deze inleiding schrijf ik in een aangenaam augustuszonnetje, nog tijdens mijn vakantie. Volgende week weer met frisse moed ertegenaan. Na 3 weken vakantie kom je vrijwel als buitenstaander weer op het werk, vooral in een jong en snel veranderend bedrijf als ASML. Daardoor zal het mij volgende week wellicht lukken om een redelijk objectieve indruk te geven van mijn werkzaamheden. Hopelijk met de gepaste verbazing die de schrijver van een dagboek kenmerkt.

maandag 4 september

We zijn weer eens verhuisd, al is het dan binnen hetzelfde gebouw. We hebben nog net geen mobiele werkplekken, maar enkele keren per jaar verhuizen is gangbaar. Eigenlijk is het uitpakken van dozen en aansluiten van een PC best wel een ontspannen vorm van opstarten na de vakantie. Als de PC werkt en de mailbox wordt geopend is het gedaan met de rust: 126 nieuwe berichten. E-mail is dan ook het meest gangbare communicatiemiddel binnen het bedrijf. Uiteraard leidt dat ook tot veel onnodig elektronisch geletter; ik slaag er in om aan het eind van de dag 50 min of meer zinvolle berichten over te houden.

Verder heb ik vandaag gesprekken gevoerd over een nieuwe test om het focusvlak van de scanner te monitoren (met behulp van een geavanceerde optische ‘fase-truc’). En over de koeling van maskers, de originelen waarop de af te beelden patronen staan (als deze te warm op de machine worden gelegd gaan ze krimpen, waardoor de optische vergroting gaat driften). Bij dit laatste onderwerp komen kennis van

stromingsleer, warmte-overdracht en thermische uitzetting goed van pas. Gelukkig kom ik beslagen ten ijs vanwege mijn ervaring bij de vakgroep Transportfysica van de TU Eindhoven.

Dit laatste is redelijk kenmerkend voor het werk van een System Engineer: hoewel je systeembreed meedenkt over het ontwerp, is het tevens noodzakelijk dat je op een kleiner gebiedje ook detailkennis hebt. Niet alleen om technische problemen op te lossen, maar ook om te zorgen dat de rest van de ontwikkelorganisatie (stuk voor stuk bestaande uit gekwalificeerde technici) je serieus neemt. Zeker als je vers van de universiteit komt, is dit aspect belangrijk: temeer daar System Engineering ooit is begonnen als een soort ‘praatgroep van oude rotten’!

dinsdag 5 september

Eerst een vergadering met de collega System Engineers over de technisch inhoudelijke zaken waar men zoal mee bezig is. Op deze manier houden we elkaar op de hoogte, wat essentieel is om het ‘vak’ van System Engineer uit te kunnen oefenen. Op deze manier blijf je continu breed op de hoogte van wat er speelt.

Dit soort overleg wordt weer afgewisseld met meer diepgaande technische zaken: zo werd er vandaag gesproken over het al dan niet dynamisch corrigeren van de scheefstand van het masker tijdens de scan beweging. Wel corrigeren betekent een nauwkeuriger positionering in het focusvlak van de lens; het introduceert echter ook trillingen in het systeem (‘dynamische aanstoting’) en daarmee horizontaal contrastverlies van de afbeelding. Niet corrigeren geeft verticaal contrastverlies, maar houdt de machine wel ‘rustiger’ vanuit dynamisch oogpunt.

Aan de hand van nanometer-budgetten (dit zijn in essentie tabellen waarin staat hoeveel nanometer aan onnauwkeurigheid elke component van het systeem mag introduceren) wordt bepaald welke van de twee mogelijkheden toelaatbaar is. Aangezien beide verstorende effecten in dit geval te groot zijn, moet er een project worden gestart om de scheefstandvariatie zélf wat kleiner te maken. Dit vereist allereerst een analyse van de oorzaken. (Overigens hebben we het hier over microradialen, dus ‘scheefstand’ is een relatief begrip!) De discussie die volgt gaat over de bemanning van het project, want gebrek aan mankracht is aan de orde van de dag.

woensdag 6 september

In het hierboven beschreven geval is de vergelijking nog redelijk eenduidig: je vergelijkt nanometers in de ene richting met nanometers in de andere richting. Vaak vergelijk je echter ook ‘appels met peren’, bijvoorbeeld in de vorm van nanometers versus tijd. Zo’n geval deed zich vandaag voor.

Er is een alternatieve manier bedacht om te ‘levelen’, dus om de wafer op de juiste hoogte – dat wil zeggen in focus – door de afbeelding te sturen die uit de lens komt. Het alternatief bestaat uit het tevoren opmeten van een ‘hoogtekaart’ van de afbeelding, zodat deze daarna ‘feed-forward’ uitgestuurd kan worden tijdens de belichting. In wezen dus een extra meting, die tijd (lees: productiviteit) kost, maar wel nauwkeurigheid oplevert.

In zulke gevallen is inzicht vereist in de wensen van de klant (inzicht dat niet per definitie aanwezig is!), en moet de uiteindelijke oplossing samen met Marketing worden bepaald. Vaak ook komt er uiteindelijk een softwarematig configureerbare optie uit, die de klant naar believen aan kan zetten. Niet zelden komt hierbij een stukje politiek om de hoek kijken. Voor een ‘exacte wetenschapper’ is dat even wennen...

donderdag 7 september

Na de gebruikelijke meetings (vandaag drie stuks: over de testspecificatie van de nieuwe hoogtesensor, over de optimale routing van de wafer tijdens het belichten om minimale doorlooptijd te krijgen en over

de maatregelen om de temperatuurhuishouding van de nieuwe machinetypes nog beter te beheersen) kom ik eindelijk toe aan het voorbereiden van een presentatie voor aanstaande maandag. De bedoeling is dat ik – in mijn hoedanigheid van ‘Focus System Engineer’ – de nieuwe ‘focus roadmap’ ga presenteren aan een aantal zeer kritische collega’s.

De werking van een waferscanner is in zekere zin vergelijkbaar met die van een fototoestel. Om een goede horizontale resolutie te krijgen wordt een grote ‘numerieke apertuur’ (openingshoek) gebruikt; dit gaat echter ten koste van de focusdiepte, beter bekend als scherptediepte. Tot voor kort was dit geen probleem omdat de focusdiepte toch wel toereikend was; maar met de komende generatie systemen komen we op het omslagpunt, waar de focusdiepte een kritische parameter wordt om nog werkende IC’s te kunnen produceren.

Een ‘roadmap’ is een soort leidraad voor de middellange termijn. In zijn meest compacte vorm is het een tabel met langs de ene as de tijd (vaak jaartallen, tot ongeveer 2005) en bij elk jaartal de specificaties van het systeem die op dat moment moeten gelden. Deze laatste worden afgeleid uit de kleinste af te beelden lijnbreedte voor de IC’s die op dat moment worden gemaakt – de halfgeleider industrie spreekt elk jaar opnieuw af in welk tempo de ontwerpregels voor IC’s worden ingekrompen.

De roadmap bevat eveneens maatregelen om in de loop van de tijd aan die steeds nauwer wordende specificaties te voldoen. Het komt erop aan om, met gebrekkige middelen en gegevens, een zo goed mogelijke inschatting te geven van het focus-budget op de middellange termijn, aangenomen dat bepaalde verbeteringen worden doorgevoerd in de loop der tijd. In absolute zin zijn deze geëxtrapoleerde budgetten zeker niet nauwkeurig; ze geven echter wel de ‘zere plekken’ aan waarvoor nog ontwikkeling nodig is, en dat is precies de bedoeling van het System Engineering werk.

Na de presentatie volgende week wacht mij de taak om deze additionele ontwikkelingen opgestart te krijgen. Soms is daarbij de technisch ideale oplossing niet mogelijk, vanwege de configuratie van machines die al bij klanten staan. Het moeilijkste van dit proces is wel het uitleggen aan de verschillende betrokkenen (allen met verschillend opleidingsniveau en achtergrond) waar de schoen precies wringt. Maar als dat lukt heb je wel het gevoel iets bereikt te hebben: men gaat aan de slag om de verbeteringen door te voeren. En dat telt.

vrijdag 8 september

Vandaag een dagje vrij om de bruiloft van een vriend te kunnen bezoeken. Dit geeft een mooie gelegenheid om even de balans op te maken van een (kort) weekje System Engineering bij ASML. Terugkerend thema is het steeds weer ‘convergeren en weer divergeren’. Soms convergeren op details van de techniek, om daarna weer vrij abstract na te denken over de te volgen koers voor de middellange termijn, zodat onze systemen ook over 5 jaar nog wereldwijd verkocht worden.

Bij de implementatie van al die mooie ideeën heb je te maken met mensen, waarbij je niet altijd meteen elkaars gedachtengang kunt volgen. Zeker als System Engineer heb je te maken met mensen op alle mogelijke plekken in de organisatie, waardoor je in staat moet zijn om complexe informatie op meerdere manieren te presenteren. Dat maakt het werk soms moeilijk, maar tegelijkertijd vele malen interessanter.

Het leidt er ook toe dat het leeuwendeel van de dag besteedt wordt aan communiceren: wanneer je alle vormen (mondeling overleg, e-mail, schrijven van ontwikkeldocumenten) meetelt, schat ik dat zo’n 80 procent van de tijd hieraan opgaat. En de overige 20 procent? Gelukkig bestaat er ook nog zoiets als het Experiment. Regelmatig dus de cleanroom in om nieuwe functionaliteit te testen. Lekker meten en data analyseren. Want ook bij ASML geldt nog steeds: ‘The proof of the pudding is in the eating’.