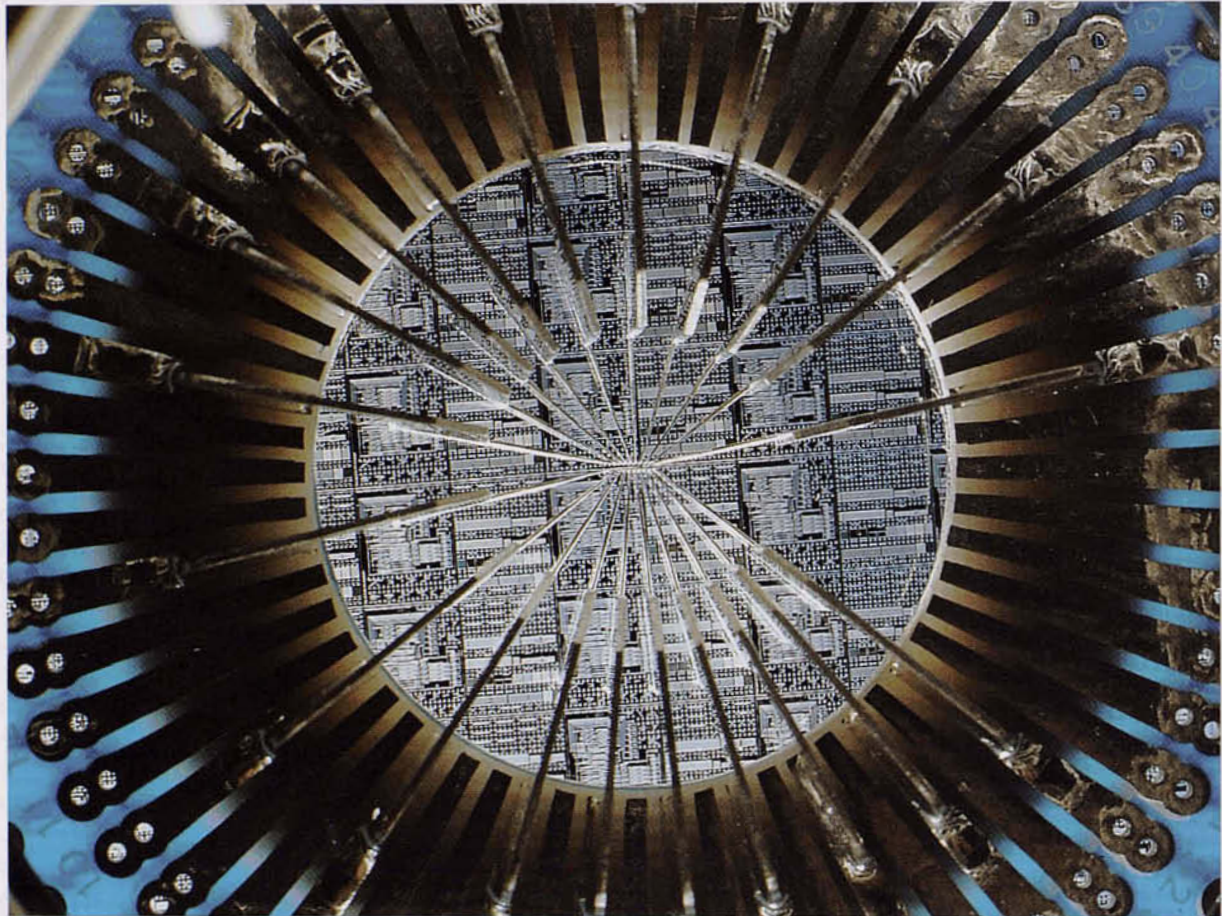


DAS NATIONALE ZENTRUM FÜR MIKROELEKTRONIK



HALBLEITERSCHEIBE

© ELOI BONJOCH



SITZ DES NATIONALEN ZENTRUMS FÜR MIKROELEKTRONIK. UNIVERSITAT AUTÓNOMA DE BELLATERRA.

DIE ZIELE DES NATIONALEN ZENTRUMS FÜR MIKROELEKTRONIK SIND DIE FÖRDERUNG DER MIKROELEKTRONIK SOWOHL IM INDUSTRIELLEN ALS AUCH IM WISSENSCHAFTLICHEN BEREICH.

HIERZU ENTFACTET ES FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGS-AUFGABEN BEI DER GESTALTUNG UND PRÜFUNG VON INTEGRIERTEN SCHALTUNGEN, BEI IHREN HERSTELLUNGSTECHNOLOGIEN, WIE AUCH AUF DEM GEBIET DER SENSOREN, SOWIE ANLAGEN DER STÄRKE UND OPTOELEKTRONIK.

FRANCESC SERRA LEITER DES NATIONALEN ZENTRUMS FÜR MIKROELEKTRONIK



FOTOLITHOGRAPHISCHE ANLAGE IN EINEM REINRAUM

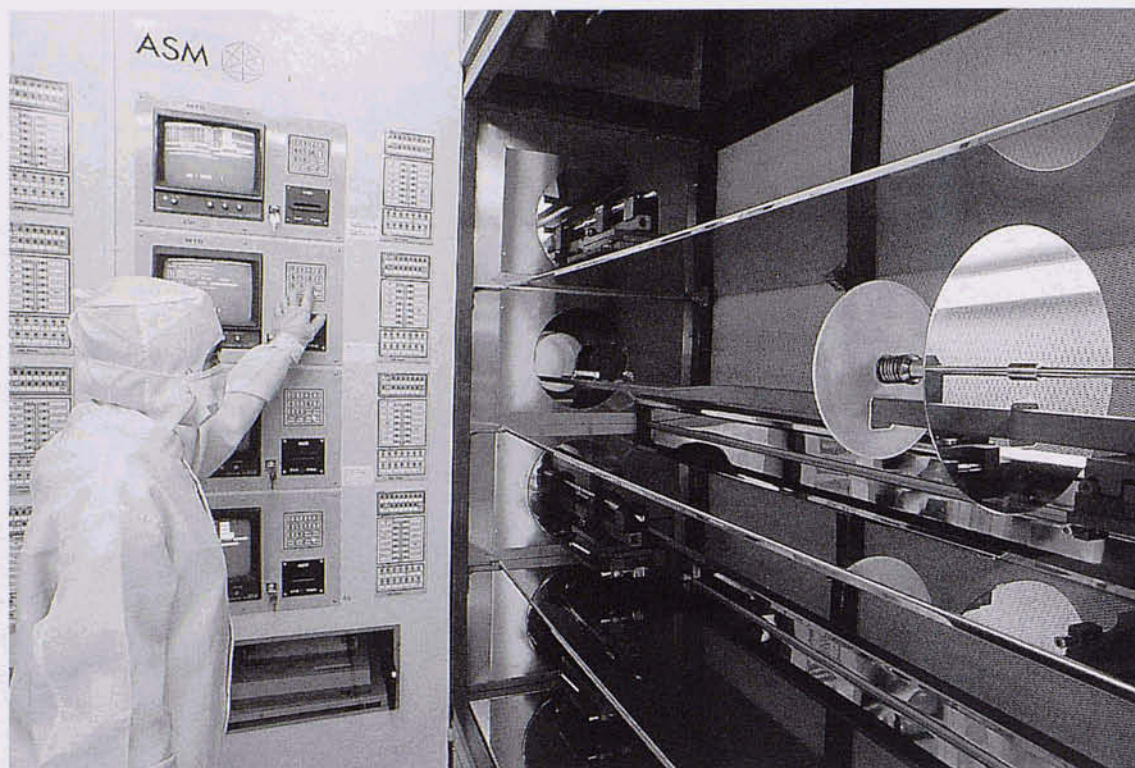
© ELOI BONJOCH

Die Mikroelektronik ist heute eine der Technologien, die nicht nur in den Bereichen der Informatik und Kommunikationstechnik den Entwicklungsrhythmus bestimmt, sondern auch in vielen anderen, die traditionell wenig mit der Elektronik zu tun hatten. Diese Tatsache verleiht ihr einen invasiven Basischarakter, der ihr infolgedessen einen hohen strategischen Wert beimißt. Kein Land kann auf die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten in diesem Bereich verzichten, wenn es seinen Platz unter den Industrienationen behalten will. Doch die ausgesprochen hohen Kosten verpflichten dazu, all diejenigen auszuwählen, die bei einer Kosten-Nutzen-Analyse am günstigsten abschneiden.

Wir können vereinfachend dargestellt davon ausgehen, daß die Mikroelektronik mit der Erfindung des Transistors 1948 durch W. Shockley, J. Bardeen und W. Brattain in der Forschungsabteilung von Bell (USA) beginnt. Dieses Ereignis revolutionierte seinerzeit die ganze Elektronik, da sie die Herstellung von Anlagen mit einem sehr geringen Gewicht, Volumen und Energieverbrauch sowie der daraus resultierenden höheren Zuverlässigkeit erlaubte. Diese Tendenz zur Verringerung des Volumens der elektronischen Anlagen verstärkt sich auf spektakuläre Weise mit der Erfindung der integrierten Schaltung Anfang der 60er Jahre. Auf einer weniger als einen Millimeter starken Siliciumplatte mit einer Fläche von einigen hundert Quadratmillimetern

(Chip), kann man heute hunderttausend entsprechend verbundene Transistoren unterbringen und somit eine vollständige elektronische Schaltung zusammenstellen, die bestimmte Funktionen wahrnehmen kann (Speicherung, Zeichenverarbeitung, Mikroprozessoren, usw.).

Diese Anhäufung aktiver Bauteile auf der Chipoberfläche hat man dank der fortschreitenden Volumenverminderung der Transistoren bis zur heute üblichen submikronischen Dimension verwirklichen können. Dieser Fortschritt ist durch die ständige Verbesserung der Herstellungsprozesse bis an vor nur 20 Jahren noch für unmöglich gehaltene Grenzen ermöglicht worden (Lithographie, Ionenimplantation, Plasmaprägung, usw.). Die Herstellung der Chips



OXIDATIONSÖFEN IN EINEM REINRAUM

© ELOI BONJOCH

muß daher obligatorisch in außerordentlich sauberen Räumen, die praktisch frei von jedem Staubpartikel in der Luft sind (Reinräume), stattfinden, damit die Produktionsergebnisse von Null unterschiedlich werden.

Das Nationale Zentrum für Mikroelektronik (Centre Nacional de Microelectrònica, CNM) des Hohen Rats für Wissenschaftliche Forschungen (Consell Superior d'Investigacions Científiques, CSIC) wurde 1985 auf Initiative der Interministeriellen Kommission für Wissenschaft und Technologie des Industrieministeriums gegründet. Die Aufgaben, die das CNM zu leisten hat, gemäß der Vorgabe seiner Stiftungsgesellschaft, sind die Mikroelektronik sowohl im industriellen als auch im wissenschaftlichen Bereich voranzubringen. Hierzu entfaltet es Forschungs- und Entwicklungsprojekte bei der Gestaltung und Prüfung von integrierten Schaltungen (C.I.) sowie ihren Herstellungsprozessen, doch auch auf dem Gebiet der Sensoren und dem der Anlagen für Kraft und Optoelektronik. Diese hochgradig technologischen Aktivitäten reichen einerseits von der Wahrnehmung der Aufgabe der Grundlagenforschung, soweit sie für die Mikroelektronik relevant ist, bis zu einer Reihe von Aktivitäten der technologischen Weiterbildung, die sich an die in der Industrie Tätigen und die Hochschulabsolventen richten. Abschließend müssen noch die Tätigkeiten erwähnt werden, die das CNM durchführt, um die Benutzung der Mikroelektronik

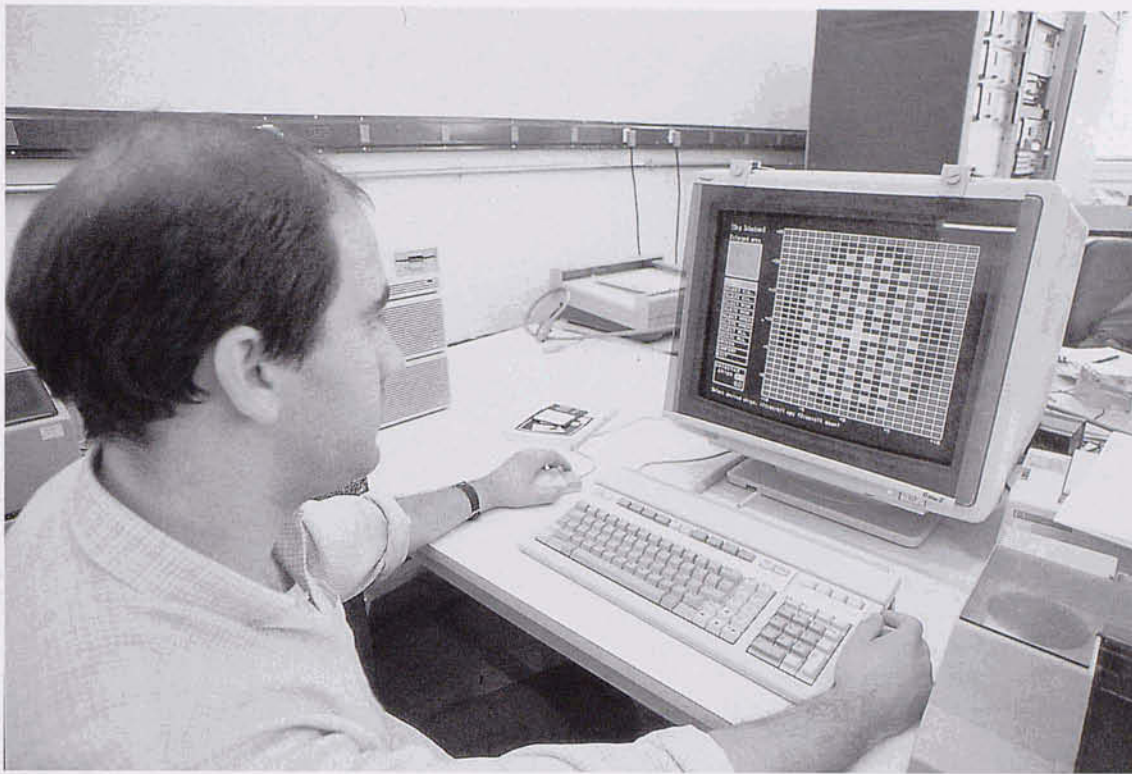
bei der industriellen Produktion und bei den Produktionsmitteln zu fördern.

Um all diesen Ansprüchen gerecht zu werden, ist das Nationale Zentrum für Mikroelektronik in fünf Abteilungen gegliedert. Die Abteilungen für Silicium und für die Gestaltung integrierter Schaltungen befinden sich in Bellaterra (Barcelona). Die Abteilung für analoge Gestaltung, die beim CICA in Sevilla angesiedelt ist, arbeitet eng mit der Abteilung für die Gestaltung von C.I.s in Bellaterra zusammen, während die Abteilung für zusammengesetzte Halbleiter, die beim CENFA „Leonardo Torres Quevedo“ in Madrid angesiedelt ist, an der Entwicklung von Technologien und Anlagen auf der Grundlage von zusammengesetzten Halbleitern wie dem Gallium Arsenid und anderen ähnlichen arbeitet.

Die Abteilung für Silicium in Bellaterra, deren Hauptaufgabe die Herstellung von Anlagen und integrierten Schaltungen (Chips) ist, verfügt über einen Reinraum mit einer Fläche von 1000 Quadratmetern mit Zonen der Klasse 100 bis 10.000. Diese Zahl gibt die Anzahl der Staubpartikel an, die sich in einem Kubikfuß (mit einem Volumen von etwa 30x30x30 cm³) Luft befinden. Um eine Vorstellung davon zu erhalten, was Klasse 100 bedeutet, sollten wir bedenken, daß eine saubere Wohnung Klasse 1.000.000 entspricht, ein Chirurg erreicht die Klasse 100.000. Deshalb gibt es Bereiche in dem Reinraum, die tausendmal sauberer als ein Operationssaal sind. In diesem Umfeld sind die

Anlagen installiert, die es erlauben, alle Herstellungsprozesse eines Chips mit Technologien, die mit Silicium als halbleitendem Ausgangsstoff arbeiten, durchzuführen.

Eine andere Tätigkeit der Abteilung für Silicium ist die Entwicklung und Herstellung von Kraftanlagen mit optimierten Eigenschaften für eine bestimmte Anwendung. So sind unter anderem VDMOS-Anlagen entwickelt und hergestellt worden, die für die Benutzung als Energiequellen sehr niedriger Spannung gedacht sind. Ein anderer Bereich, in dem die Abteilung für Silicium zunehmend tätig wird, ist das Studieren, Gestalten und die Herstellung von Siliciumsensoren, wobei mikroelektronische Techniken angewandt werden, die in demselben Chip das Nebeneinander von elektronischen Schaltungen und Sensoren möglich machen. Diese Sensoren erlauben die Messung außerordentlich verschiedener physikalischer und chemischer Größen sowie deren spätere elektronische Verarbeitung auf eine präzise und kostengünstige Weise. Die Anwendungsbereich ist außerordentlich breit: Automobil, Automatisierungstechnik, Anwendungen in der Medizin, Biologie oder im Umweltsektor usw.. Die Herstellung von Sensoren setzt die Beherrschung der sogenannten mikromechanischen Techniken voraus, die innerhalb des Chips nicht nur die Konstruktion der herkömmlichen elektronischen Komponenten (Transistoren, Kondensatoren, usw.), sondern auch mechanischer oder elektromechanischer Elemente wie Hebel, Membranen,



© ELOI BONJOCH

elektrischer Mikrospondeln, Getriebe usw. erlauben.

All diese Aktivitäten sind in eine Forschungs- und Entwicklungspolitik eingebettet, die auf die Nutzung all derjenigen technologischen Verknüpfungen abzielt, die gleichzeitig, mit der im Land vorhandenen Infrastruktur im Forschungsbereich zu bewerkstelligen sind, einen hohen Mehrwert haben und potentiell nützlich für unsere Industrie sind. Alle gehören zu europäischen (ESPRIT, BRITE, usw.), nationalen oder mit der Industrie vereinbarten Forschungs- und Entwicklungsprojekten.

Die Abteilung für C.I.-Gestaltung in Bellaterra entfaltet in Zusammenarbeit mit der Analogen Abteilung in Sevilla verschiedene Tätigkeiten. Zuerst werden wir einige Basisaktivitäten erwähnen, ohne jedoch die unmittelbar bevorstehenden Anwendungen aus dem Blick zu verlieren, die sich auf die Erforschung der neuronalen Netze und der verwischten Logik („fuzzy“) konzentrieren.

Die künstlichen neuronalen Netze sind aus einer hohen Zahl von Einheiten (künstliche Neuronen) bestehende Strukturen, die untereinander verknüpft sind und dazu fähig sind, einige dem Gehirn ähnliche Verhaltensweisen zu zeigen, wie die Lernfähigkeit durch Beispiele, die zu verallgemeinern und die Abstraktion.

Diese Netze sind bei Prozessen wie der automatischen Erkennung einer Stimme oder geschriebener Zeichen ausgesprochen leistungsfähig. Innerhalb dieses Projekts hat die

Abteilung einen Prototyp konstruiert, der die Nummernschilder von Autos entziffern kann und entwickelt zur Zeit eine an einen PC anschließbare Platte, um ein Netz von 4.906 Neuronen nachzuahmen.

Der Ausgangspunkt der verschwommenen Logik ist die Ungewißheit an den Grenzen der Einheiten (verschwommene Untereinheiten). Diese Art von Logik ist sehr hilfreich bei der Verarbeitung von nicht genauen Daten oder bei Problemstellungen mit einer großen Anzahl von Variablen, die eine herkömmliche Verarbeitung ausschließen. Die Gesamtheit der Eigenschaften, die eine ärztliche Diagnose bestimmen, oder die Zukunftsperspektiven eines Unternehmens, wären Beispiele für den ersten Fall, während die Berechnung der korrekten Belichtungszeit bei einem Fotoapparat ein Beispiel für den zweiten Fall darstellt. Die Schlussfolgerungen, die mit der verschwommenen Logik zu erzielen sind, sind zutreffend, obgleich die Variablen, die sie einbezieht, nicht exakt sind. Zur Zeit arbeitet die Abteilung an verschiedenen Projekten auf diesem Gebiet, von denen sich eins mit der Bewertung und Diagnose von Unternehmen beschäftigt.

Ein anderer Typ von Tätigkeiten zielt auf die medizinischen Anwendungen der Mikroelektronik ab. Auf diesem Gebiet hat man die Schaffung eines Chips in Angriff genommen, der die Personalisierung der nuklearen bioelektrischen Reizung zur Behandlung der völligen Taubheit erlaubt. Man arbeitet auch an einer

neuronalen Grenzfläche für den peripheren Nerv, der aus einem Chip mit einer Vielzahl von Löchern mit einem Durchmesser von 50 Mikros besteht, die die Wiederbelebung von Neuriten durch die Löcher und die spätere Reizung oder die Aufnahme von Nervenreizen durch in den selben Chip eingebaute Schaltungen erlaubt. Abschließend sollte auch eine Reihe von Tätigkeiten erwähnt werden, die sich auf die Gestaltung und Prüfung integrierter Schaltungen konzentrieren, die gemäß den Anforderungen eines bestimmten industriellen Produkts entstanden. Diese neue Technologie der maßgeschneiderten Gestaltung erlaubt es viele der bereits auf dem Markt befindlichen Produkte konkurrenzfähiger zu machen und neue Möglichkeiten zu eröffnen, um die Mikroelektronik auch in den Bereichen einzuführen, in denen sie bislang nicht angewandt wurde. Das Nationale Zentrum für Mikroelektronik unternimmt Anstrengungen, der Industrie und in besonderer Weise den Klein- und Mittelbetrieben zu helfen, in dieser neuen Technologie die ersten Schritte zu wagen, was unbedingt notwendig ist, um die Anforderungen des Wettbewerbs zu bestehen, die der neue gemeinsame europäische Markt stellt.

Durch all diese Aktivitäten will das Nationale Zentrum für Mikroelektronik all die Ziele verwirklichen, die ihm gesetzt worden sind und will seiner Funktion als technologisches Zentrum auf halbem Weg zwischen der akademischen und industriellen Welt nachkommen. ■