



Molecular Imprints Inc., Austin

Molecular Imprints Inc.¹ to firma odpryskowa powstała w celu praktycznego wykorzystania oraz komercjalizacji wyników badań prowadzonych przez Uniwersytet w Austin (USA) nad nową technologią nadruku molekularnego wykorzystywaną przy produkcji mikroprocesorów.

Rozwój mikroelektroniki, dziedziny elektroniki zajmującej się produkcją układów scalonych, stawiał przed badaczami wyzwania związane z poprawą niezawodności mikroprocesorów, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów produkcji i zmniejszeniu rozmiarów nowych produktów. Zgodnie z prawem Gordona Moore'a, sformułowanym ponad 40 lat temu przez założyciela firmy Intel, ekonomicznie optymalna liczba tranzystorów w układzie scalonym podwaja się co 18-24 miesiące.² Na początku obecnego stulecia inżynierowie zaczęli zastanawiać się, jak długo prawo to będzie obowiązywać. Miniaturyzacja na początku XXI wieku zaczęła napotykać na bariery związane z ograniczeniami dominującej technologii litografii optycznej. Litografia, wykorzystywana w produkcji mikroprocesorów, to proces odwzorowywania zaprojektowanych masek układu scalonego na płytkę krzemową. Na powierzchnię płytki nanoszona jest warstwa światłoczuła, która podczas selektywnego naświetlania zmienia swoje właściwości i daje się selektywnie usuwać.

Jednak produkcja coraz mniejszych układów wymaga sięgania po światło o coraz krótszej długości fali i coraz bardziej skomplikowane układy optyczne. W latach 90-tych XX wieku dr S.V. Sreenivasan, profesor Uniwersytetu w Austin zauważył, że rozwój tej technologii będzie wkrótce wymagał stosowania fali o takiej długości, która może uszkodzić materiał, z którego produkowane są mikroprocesory. Coraz większą barierą stanowił także koszt urządzeń. Projektory stosowane do produkcji kosztowały już wówczas ponad 20 milionów dolarów. Ponadto najnowocześniejsze urządzenia laserowe, wykorzystujące wielosoczewkowe układy optyczne generowały wysokie koszty eksploatacyjne.³ Rozwiązanie problemu rosnących kosztów urządzeń do produkcji mikroprocesorów pozwoliłoby na obniżenie kosztów produkcji i dalszą miniaturyzację urządzeń elektronicznych.

Możliwościami zastosowania nanotechnologii w produkcji układów scalonych i tym samym zapewnieniem dalszego funkcjonowania Prawa Moore'a zainteresował się Stephen Chou, profesor na Uniwersytecie Princeton. Opracował on w 1995 r. metodę produkcji układów opartą na wytwarzaniu matrycy przy pomocy nanotechniki i tłoczeniu przy jej pomocy układów w materiale zmiękczonym wysoką temperaturą. Technologia ta, określana jako nanoimprint litography (NIL), stwarzała nadzieje na obniżenie kosztów produkcji i na dalszą miniaturyzację układów. Kluczową sprawą dla funkcjonowania tej technologii było wynalezienie odpowiedniego polimeru. Profesor Chou przebadiał około 500 polimerów, zanim znalazł właściwy. Właśnie wynalezienie odpowiedniego polimeru było głównym wkładem profesora Chou w technikę nanolitografii, obok pierwszej komercjalizacji nowej technologii i pierwszych urządzeń do produkcji mikroprocesorów, działających w oparciu o wypracowaną metodę.⁴ Technologia wynaleziona przez profesora Chou wyznaczyła nowy kierunek badań i szybko znalazła naśladowców, podejmujących próby jej udoskonalenia, jak również wykorzystania w gospodarce. Wyzwaniem dla badaczy stało się m.in.

¹ Molecular Imprints Inc. <http://www.molecularimprints.com/>

² Czterdzieści lat prawa Moore'a, <http://www.intel.com/cd/corporate/techtrends/EMEA/pol/212357.htm>

³ Press Information, University of Texas – Austin, August 14th, 2001.

⁴ Will Nanotech Preserve Moore's Law. *Forbes Wolfe Nanotech Report*, September 2003, s.1.



znalezienie sposobu produkcji, niewymagającego stosowania wysokich temperatur oraz dalsze obniżenie kosztów produkcji i poprawa jakości.

W 1996 r. na Uniwersytecie w Austin (Texas) nad udoskonaleniem technologii NIL zaczęli pracować dwaj badacze – dr S.V. Sreenivasan i dr C. Grant Wilson. Rezultatem prac badawczych było opracowanie technologii produkcji układów scalonych, pozwalających na wytwarzanie układów w parciu o proces zachodzący w temperaturze pokojowej i niewymagający wysokiego ciśnienia. W przeciwieństwie do technologii profesora Chou, nowa technologia, nazwana „step and flash imprint lithography” (SFIL) nie wymaga stosowania wysokich temperatur przy tłoczeniu. Nie wymaga również zastosowania światła laserowego i funkcjonuje bez skomplikowanych układów optycznych.

Opracowana technologia stwarzała dobre perspektywy rozwoju, jednak udoskonalenie jej, niezbędne dla komercyjnych zastosowań, wymagało współpracy z przemysłem. Twórcy technologii doszli do wniosku, że najlepiej będzie rozwijać technologię poprzez prace badawcze w komercyjnej firmie i w 2001 r. założyli Molecular Imprints (MII). Srenivasan i Wilson uznali, że są gotowi przygotować założenia dla producentów linii technologicznych, którzy mogliby wykorzystać nową technologię. Założenie przedsiębiorstwa zwiększało możliwości poszukiwania środków na dalsze prace nad technologią i dawało szansę na jej szybki rozwój, w przeciwieństwie np. do podejmowania prób sprzedaży licencji zainteresowanym korporacjom. Słusznie założono, że technologię w tej fazie rozwoju, trudno byłoby sprzedać firmie zewnętrznej w formie gotowej licencji, a bez udziału przemysłu dalsze prace nad udoskonaleniem licencji na uniwersytecie byłyby bardzo trudne. Firmę ulokowano początkowo w Inkubatorze Technologicznym (Austin Technology Incubator), gdzie działała tylko nieco ponad rok. W maju 2002 r. kierownictwo wynajęło nowe pomieszczenia o powierzchni 16 tys. stóp kwadratowych, co pozwoliło na rozszerzenie działalności. W pierwszym roku firma zatrudniała 8 osób, przede wszystkim inżynierów. Optymistycznie zakładano, że już po 18 miesiącach przedsięwzięcie zacznie przynosić dochody. Urządzenia do nadruku molekularnego, pracujące w technologii SFIL, miały kosztować od 3 do 7 milionów dolarów. Wstępnie interesowały się nimi m.in. takie firmy, jak: Motorola, IBM i Advanced Micro Devices INC.⁵

Pierwszy kontrakt na dostawę urządzenia do produkcji mikroprocesorów udało się podpisać z firmą Motorola w grudniu 2002 r. Pierwszy egzemplarz sprzedano za 2 miliony dolarów, czyli przeszło siedmiokrotnie taniej niż porównywalne urządzenia działające w technice litografii optycznej. Urządzenie wyprodukowane przez Molecular Imprints było również o ponad połowę mniejsze i umożliwiało produkcję układów w technologii poniżej 100 nanometrów (*Imprio 100*). Koszty produkcji, wliczając również amortyzację sprzętu, obniżono do 1/10 kosztów produkcji układów scalonych metodą litografii optycznej.⁶ Umowa podpisana z Motorolą pozwoliła na przetestowanie pierwszego urządzenia w firmie, która współpracowała z zespołem MII, co gwarantowało pozytywne nastawienie do maszyny, która mogła mieć jeszcze wiele wad.⁷

Rozwojowi firmy bardzo pomogło umieszczenie w wyniku rekomendacji Lithography International Working Group⁸ technologii SFIL na Międzynarodowej Mapie Drogowej dla Półprzewodników

⁵ Austin Business Journal, May 22, 2002.

⁶ Informacja prasowa Molecular Imprints, 9.12.2002.

⁷ Austin Business Journal, December 6, 2002.

⁸ Informacja Prasowa Molecular Imprints 2/12/2003.



(International Road Map for Semiconductors). Tego typu rekomendacja potwierdza, że omawiana technologia ma dużą wartość komercyjną, co ułatwia pozyskiwanie partnerów w przemyśle, jak również w pozyskaniu osób ułatwiających budowanie partnerskich związków z przemysłem mikroprocesorów.

Pomimo wstępnej fazy rozwoju nowej technologii, w końcu 2003 r. i przez 2004 r. sprzedano trzy kolejne urządzenia, do firmy produkującej mikroprocesory w Silicon Valley oraz do National Nanofab Center w Korean Institute of Science and Technology, a także dla Hewlett Packarda.⁹ Prace nad udoskonaleniem technologii zaowocowały wyprodukowaniem w 2005 r. nowego, bardziej precyzyjnego urządzenia – *IMPRIO 250*¹⁰. W 2007 r. ukazała się kolejna generacja maszyn *IMPRIO 1100*, przeznaczonych głównie dla optoelektroniki, producentów diod LED, mikroprocesorów wykorzystujących technologię CMOS i twardych dysków. Bardzo szybko sprzedano dwie maszyny i pojawiły się zamówienia na kolejne egzemplarze. Rok później wyprodukowano *IMPRIO 300*, następcę *IMPRIO 250* z udoskonaloną automatyką, większą precyzją i szybkością działania, z przeznaczeniem przede wszystkim na rynek producentów pamięci. Kilka miesięcy później opracowano nową wersję modelu 1100 – *IMPRIO 2200*, którą zakupiła firma Hitachi. To ostatnie urządzenie umożliwiała produkcję układów na skalę przemysłową.

Firmie Molecular Imprints udało się obniżyć koszty produkcji mikroprocesorów i zarysować perspektywy na ich dalszą miniaturyzację dzięki dobrej współpracy instytucji badawczej, uczelnianego centrum komercjalizacji technologii, przemysłu oraz agencji stanowych i federalnych, powołanych do finansowania rozwoju nowych technologii. Profesorowie uniwersyteccy: Wilson i Sreenivasan, dostrzegli szanse, jakie daje rozwój nanolitografii i opracowali nowe zasady produkcji mikroprocesorów. Działalność Biura Transferu Technologii w Austin (OTC) pomogła im w znalezieniu partnera biznesowego, wyspecjalizowanego w przedsięwzięciach nastawionych na wdrażanie nowej technologii w produkcji urządzeń do wytwarzania układów scalonych, mającego dobre kontakty z przemysłem i potrafiącego pozyskiwać fundusze na niezbędne dalsze badania i dopracowanie nowej technologii. Sukces przedsięwzięcia był również możliwy dzięki czytelnym regułom korzystania z własności intelektualnej, wypracowanej na Uniwersytecie, regułom, które gwarantowały zachowanie korzyści uczelni oraz wynalazcom. Czynnikiem sprzyjającym osiągnięciu zakładanego rozwoju przedsięwzięcia okazało się również zbudowanie partnerskich powiązań między instytucjami badawczymi, które rozwiązywały konkretne problemy, pojawiające się w trakcie wdrożenia, a przedstawicielami korporacji artykułującymi swoje oczekiwania i pozwalającymi testować wypracowane technologie w przyjaznej atmosferze. Zbudowanie partnerskich powiązań pozwoliło na pokonanie punktów krytycznych. Umiejętne korzystanie ze środków agencji federalnych pozwoliło rozpocząć badania, i nawiązać kontakty z przemysłem, który przejął finansowanie dalszych badań. Zainteresowanie korporacji przyciągnęło fundusze Venture Capital i pozwoliło na prowadzenie badań przez ponad 6 lat, przy nikłej sprzedaży gotowych urządzeń. Nabycie licencji ułatwiło zmniejszenie usterkowości, a dobre działania PR pomogły w pozyskaniu zainteresowania wiodących instytucji w zakresie produkcji mikroprocesorów. Dla sukcesu przedsięwzięcia ważne było również poszukiwanie niszowych zastosowań nowej technologii.

⁹ *Nanotech firm makes imprint*, Austin Business Journal, November 24, 2003.

¹⁰ Molecular Imprints Press Release, 28/2/2005.