

W 1974 r. zasugerowana została możliwość użycia pojedynczej cząsteczki w funkcji rektyfikatora (diody) co zainspirowało falę intensywnych badań teoretycznych i eksperymentalnych i wkrótce przerodziło się w nową gałąź nauki określaną mianem elektroniki molekularnej. Głównym celem nowej dziedziny było zastąpienie stosowanych technologii opartych na „krzemie” i CMOS przez cząsteczkowe analogi – rewolucja, którą można porównać z tranzystorami zastępującymi lampy elektronowe (wynalezione w 1904 r). Choć ten krok milowy w elektronice nastąpił z wynalezieniem pierwszego tranzystora w 1925 r. (w 1956 r. John Bardeen oraz William Shockley otrzymali Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki za badania nad półprzewodnikami i odkrycie tranzystora) to dopiero pod koniec lat czterdziestych z laboratoriów technologia ta weszła do masowej produkcji.

Po trzydziestu latach pierwotne założenia elektroniki molekularnej (lub w ogólności maszyn molekularnych) ciągle pozostają niespełnione i poza zasięgiem praktycznych zastosowań. Jednakże dziedzina ta stała się wielkim polem badań podstawowych. Początkowo elektronika molekularna miała prowadzić do spełnienia praw Moora dotyczących miniaturyzacji układów scalonych jednak nie jest prawdopodobne by tradycyjne technologie litograficzne zostały zastąpione w najbliższym czasie. Nie mniej ta dziedzina stała się wysoko interdyscyplinarną, której wysiłki mają swoje konsekwencje wykraczające poza ramy elektroniki.

Ta gałąź inżynierii ewoluowała od zaledwie jakościowego opisu transportu elektronu przez cząsteczkę do obecnie rozwijanych modeli teoretycznych, które są w stanie w pełni opisać efekty kwantowe typowe na poziomie cząsteczkowym. Zawdzięczamy to odejściu od logiki binarnej, która w przypadku cząsteczek okazała się bardzo ograniczająca. Cząsteczki posiadają znacznie bogatszy potencjał (wynikający m.in. z efektów kwantowych) niż obecnie stosowane rozwiązania, który jest rozpoznawany pod kątem zastosowań w elektronice molekularnej, spintronice czy optoelektronice. Idea stojąca za tym jest związana z koniecznością wyeliminowania zmiannosci obserwowanej eksperymentalnie w złączach cząsteczkowych (podejście statystyczne, pomimo że bardzo pouczające w badaniach podstawowych jest niewystarczające do praktycznych zastosowań). Odchodzenie od złotych elektrod może być obiecującym pierwszym krokiem na przód. Wysiłki badaczy skupiają się przede wszystkim na odkrywaniu i charakteryzowaniu różnorodnych cząsteczek posiadających interesujące właściwości oraz na zapewnieniu niezawodności i powtarzalności tworzonych kontaktów pomiędzy komponentami cząsteczkowymi i doprowadzeniami elektrod.

Jedną z możliwości praktycznej realizacji zewn. sterowanego jednocząsteczkowego układu o funkcjonalności makroskopowego urządzenia może być oparte o wykorzystanie charakterystycznych właściwości metali przejściowych objawiających się między innymi w postaci polarnych wiązań między atomami metali. Związki z bezpośrednio połączonymi jonami metali mają coraz większe znaczenie w wielu zastosowaniach, m.in. elektronice molekularnej, katalizie metaloorganicznej czy reakcjach stymulowanych enzymatycznie. Szczególnie kompleksy poli-heterometaliczne znajdują się w obszarze zainteresowania badaczy ze względu na charakter wiązań i reaktywność bardzo różniącą się od homometalicznych cząsteczek oraz jako prekursorzy dla nowych materiałów.

Technologiczny postęp od układów CMOS do komponentów cząsteczkowych może być stopniowy i początkowo cząsteczki ze specyficznymi cechami będą uzupełniać istniejące technologie.