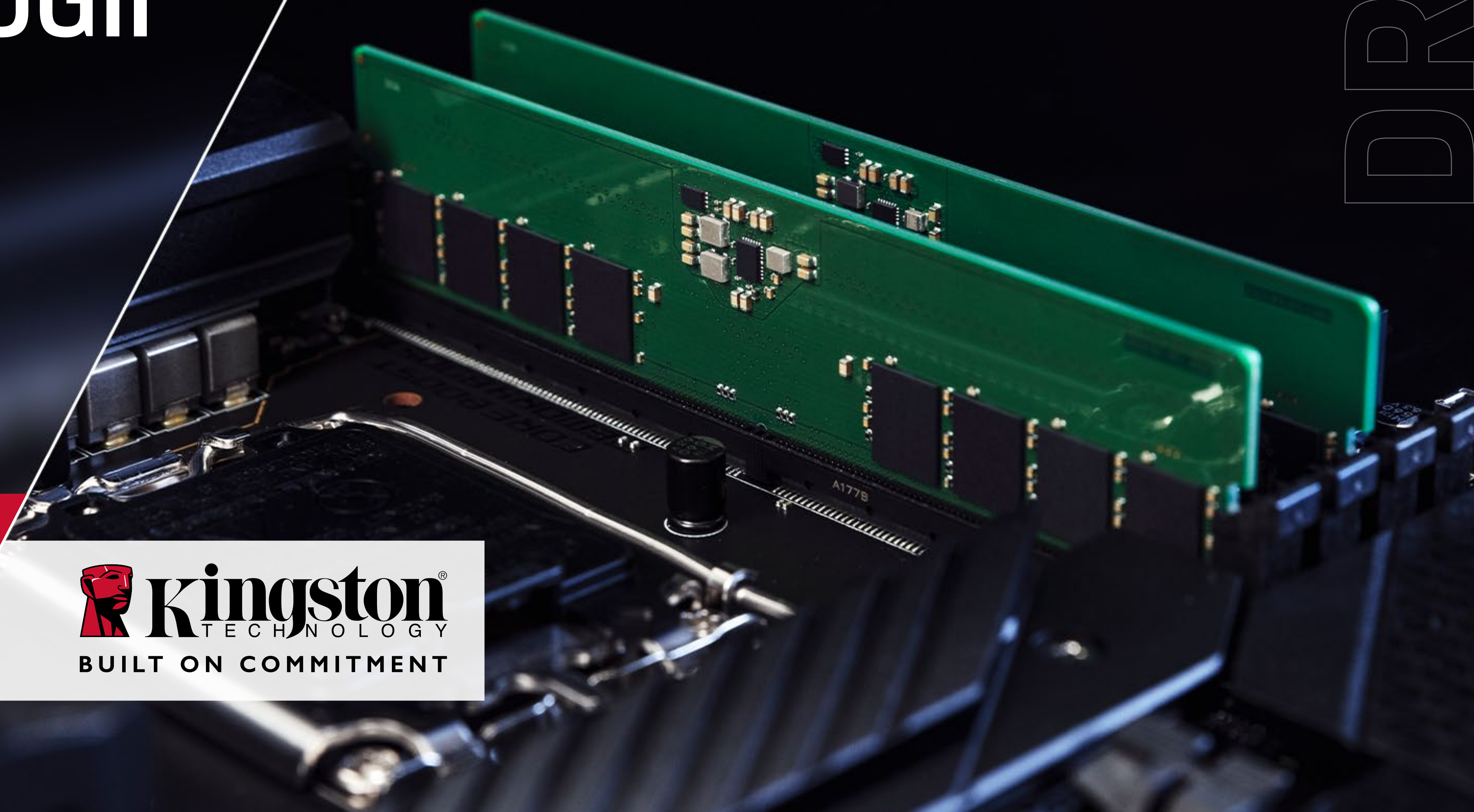


EWOLUCJA TECHNOLOGII PAMIĘCI

DRAW



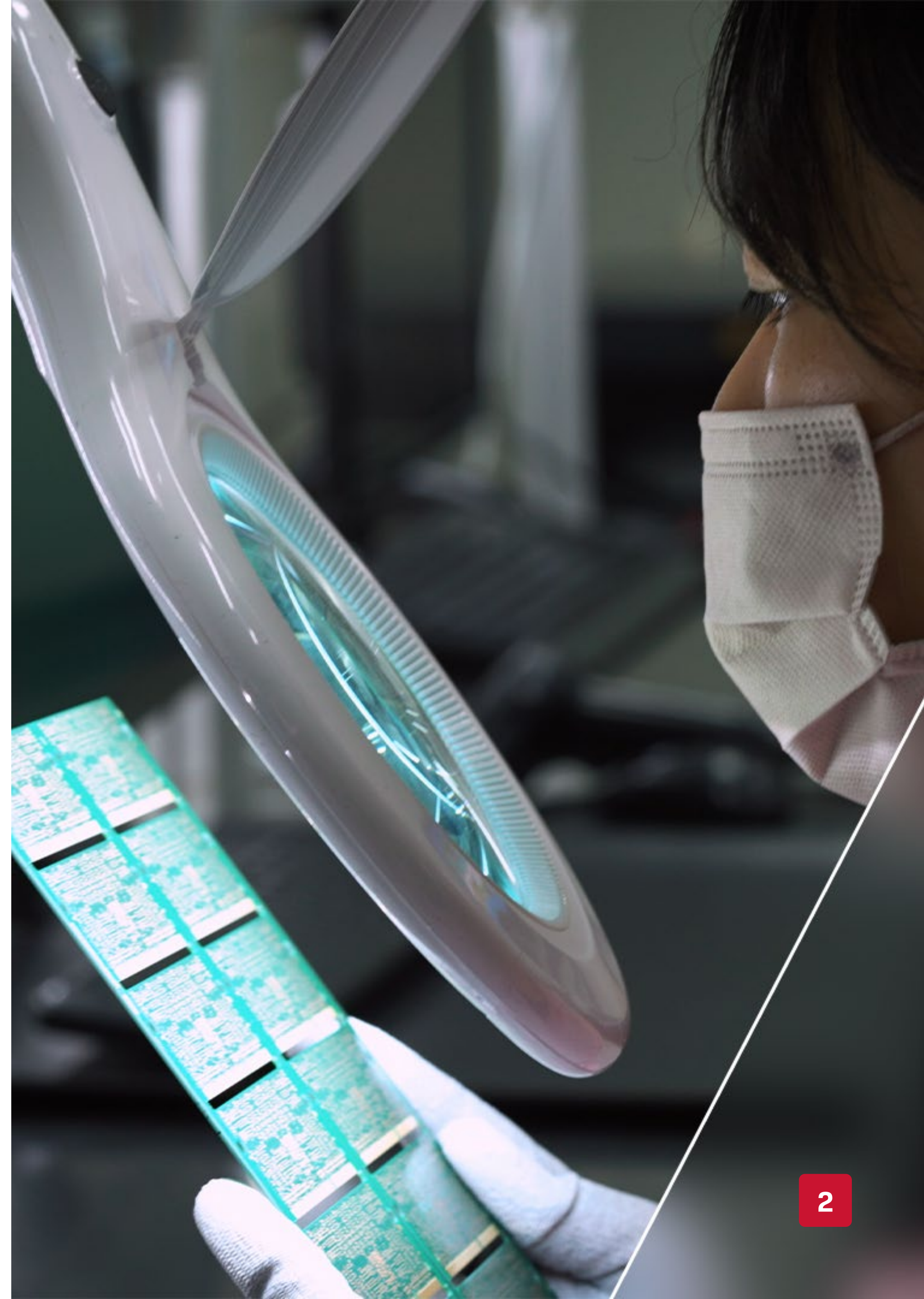
 **Kingston**[®]
TECHNOLOGY
BUILT ON COMMITMENT

Przedmowa i spis treści

Ewolucja pamięci DRAM, od technologii Fast-Page Mode (FPM), poprzez pamięć zsynchronizowaną (SDRAM) i DDR (DDR SDRAM), aż po obecną pamięć 5. generacji (DDR5), odzwierciedla znaczący postęp w technologii komputerowej, wynikający z potrzeby wyższej wydajności, większej przepustowości i lepszej efektywności energetycznej. W obliczu rosnącej liczby zastosowań sztucznej inteligencji popyt na tę technologię wciąż rośnie, a pamięć DDR5 i HBM (High Bandwidth Memory DRAM) zyskuje coraz większą popularność w centrach danych i systemach klienckich. Technologia DDR SDRAM, uznawana za fundament pamięci półprzewodnikowej, zajmuje wyjątkowe miejsce w branży dzięki niskiemu zużyciu energii, wysokiej wydajności i możliwości szybkiego przesyłania danych do procesora.

Zdaniem ekspertów branżowych nic nie wskazuje na koniec dominacji DRAM jako kluczowej technologii pamięci. Co jednak sprawia, że ten typ pamięci tak dobrze wpisuje się w potrzeby współczesnych firm, jeśli chodzi o architekturę i wydajność? Czy niektóre rodzaje pamięci lepiej nadają się do serwerów, a inne do komputerów stacjonarnych? Jakie są kierunki rozwoju tej technologii, typowe wyzwania i przykłady zastosowań? W naszym e-booku eksperci techniczni firmy Kingston odpowiadają na powyższe pytania i kreślą przyszłość pamięci DRAM.

Spis treści	Strony
Autorzy	3
Ewolucja pamięci DRAM: od technologii FPM do SDRAM DDR5	4
Typy pamięci DRAM i najważniejsze różnice	5
Znaczenie opóźnienia i szybkości	6
Przykłady zastosowań i wpływ obciążenia roboczego	7
Kompatybilność pamięci DRAM a jej modernizacja	8 - 9
Wyzwania związane z produkcją pamięci DRAM	10
Rozwój pamięci DRAM: znaczenie trendów rynkowych	11
Przyszłość technologii DRAM	12
Podsumowanie	13



Autorzy

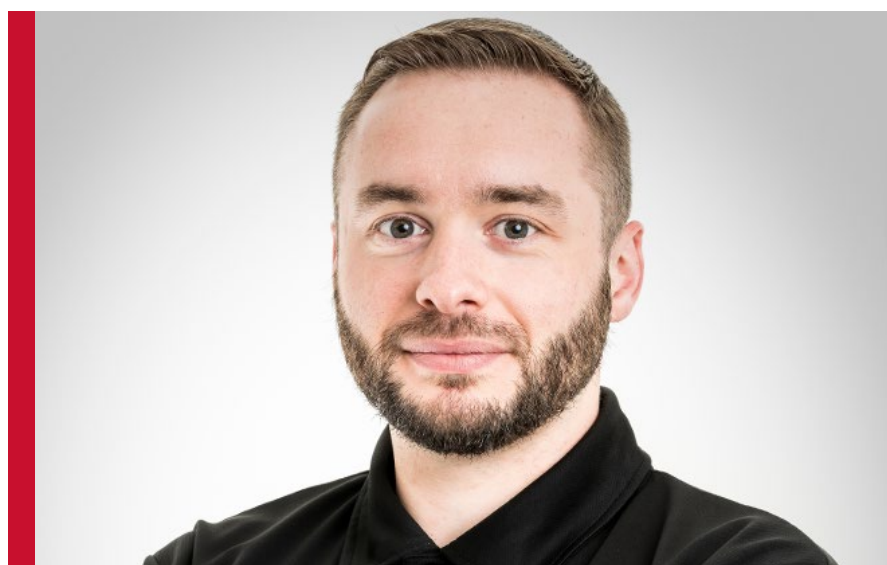
Autorami e-booka są dwaj eksperci z firmy Kingston.



Mike Mohny | Kingston Technology

Mike Mohny – Senior Technology Manager w Kingston Technology w Fountain Valley (Kalifornia) – pracuje w firmie od 1996 r. i ma ponad 28-letnie doświadczenie w dziedzinie technologii pamięci.

Mike odgrywa kluczową rolę w zarządzaniu realizacją inicjatyw technologicznych firmy Kingston – szczególnie w obszarze rozwiązań DRAM i pamięci masowej. Jego wiedza i umiejętności menedżerskie w znacznym stopniu przyczyniły się do ugruntowania pozycji firmy Kingston jako czołowego niezależnego producenta rozwiązań DRAM.



Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

Geoffrey Petit jest liderem zespołu Technical Resources Group w Kingston Technology Europe. Dołączył do firmy Kingston w 2016 r. jako inżynier pomocy technicznej, aby służyć pomocą klientom z regionu EMEA, prowadzić szkolenia techniczne dla pracowników i testować nowe produkty.

Do obowiązków Geoffreya i jego zespołu należy zapewnienie pomocy technicznej klientom oraz obsługa zapytań przedsprzedażowych otrzymywanych od kierowników handlowych, działu marketingu, działu handlowego, klientów i kluczowych pracowników.



Ewolucja pamięci DRAM: od technologii FPM do DDR5

W połowie lat 80. XX w., wraz z wprowadzeniem procesora 80486, rynek komputerów osobistych przeszedł prawdziwą rewolucję. Podstawową technologią była wówczas pamięć DRAM w postaci modułów SIMM (Single In-Line Memory Module), działających w trybie stronicowania (Fast Page Mode, FPM). Potrzeba zwiększenia wydajności doprowadziła na początku lat 90. do opracowania pamięci DRAM EDO (Extended Data Out). Wkrótce potem pojawiła się pamięć SDRAM i moduły DIMM (Dual In-line Memory Module), które przy podstawowej szybkości transferu danych działały bardziej efektywnie dzięki synchronizacji z zegarem procesora. W 2000 r. zadebiutowała pierwsza pamięć DDR (Double Data Rate), która zapewniła podwojenie szybkości transferu danych dzięki ich przesyłaniu zarówno na wznoszących się, jak i opadających zboczach sygnału zegara. Była ona również bardziej energooszczędna od swojej poprzedniczki dzięki obniżeniu napięcia z 3,3V do 2,5V na moduł. Pamięć DDR SDRAM ewoluowała zgodnie z precyzyjnie określonymi planami branżowej organizacji normalizacyjnej (JEDEC), po czym w 2003 r. pojawiła się na rynku jej druga generacja: DDR2. W 2007 r. wprowadzono pamięć DDR3, a w 2014 r. – DDR4. Każda kolejna generacja przynosiła zwiększenie szybkości i pojemności przy jednoczesnym obniżaniu napięcia roboczego dzięki udoskonaleniom litografii płytek półprzewodnikowych i zmniejszaniu komórek pamięci.

W 2021 r. wprowadzono pamięć DDR5 SDRAM, która potwierdziła ogromny postęp w dziedzinie technologii pamięci. Pamięć DDR5 zadebiutowała z szybkością 4800MT/s, co oznaczało 50-procentowy wzrost przepustowości w porównaniu maksymalną szybkością pamięci DDR4 (3200MT/s). Oprócz szybkości wyróżniającą cechą modułów DDR5 jest układ zarządzania energią (PMIC), który pomaga regulować moc dostarczaną do różnych komponentów modułu pamięci. Zapewnia to lepsze gospodarowanie energią w porównaniu z pamięcią poprzednich generacji, poprawiając integralność sygnału i zmniejszając zakłócenia. Dalsze dążenie do zmniejszenia zużycia energii pozwoliło sprawić, że pamięć DDR5 wymaga obecnie napięcia na poziomie zaledwie 1,1V. Wprowadzono także istotne udoskonalenia wpływające

na integralność danych, takie jak wbudowany układ korekcji błędów (ECC), który wychwytuje i koryguje błędy bitowe w pamięci DRAM, zmniejszając w ten sposób prawdopodobieństwo uszkodzenia danych.

”

Oprócz podstawowych ulepszeń w zakresie wydajności, zużycia energii i gęstości każda nowa generacja pamięci oferowała wiele innych rozwiązań. Warto wymienić m.in. udoskonaloną technologię korekcji błędów, poprawę integralności sygnału, zabezpieczenia chroniące przed atakami na poziomie sprzętowym, a także nowe formaty.

Mike Mohney | Kingston Technology

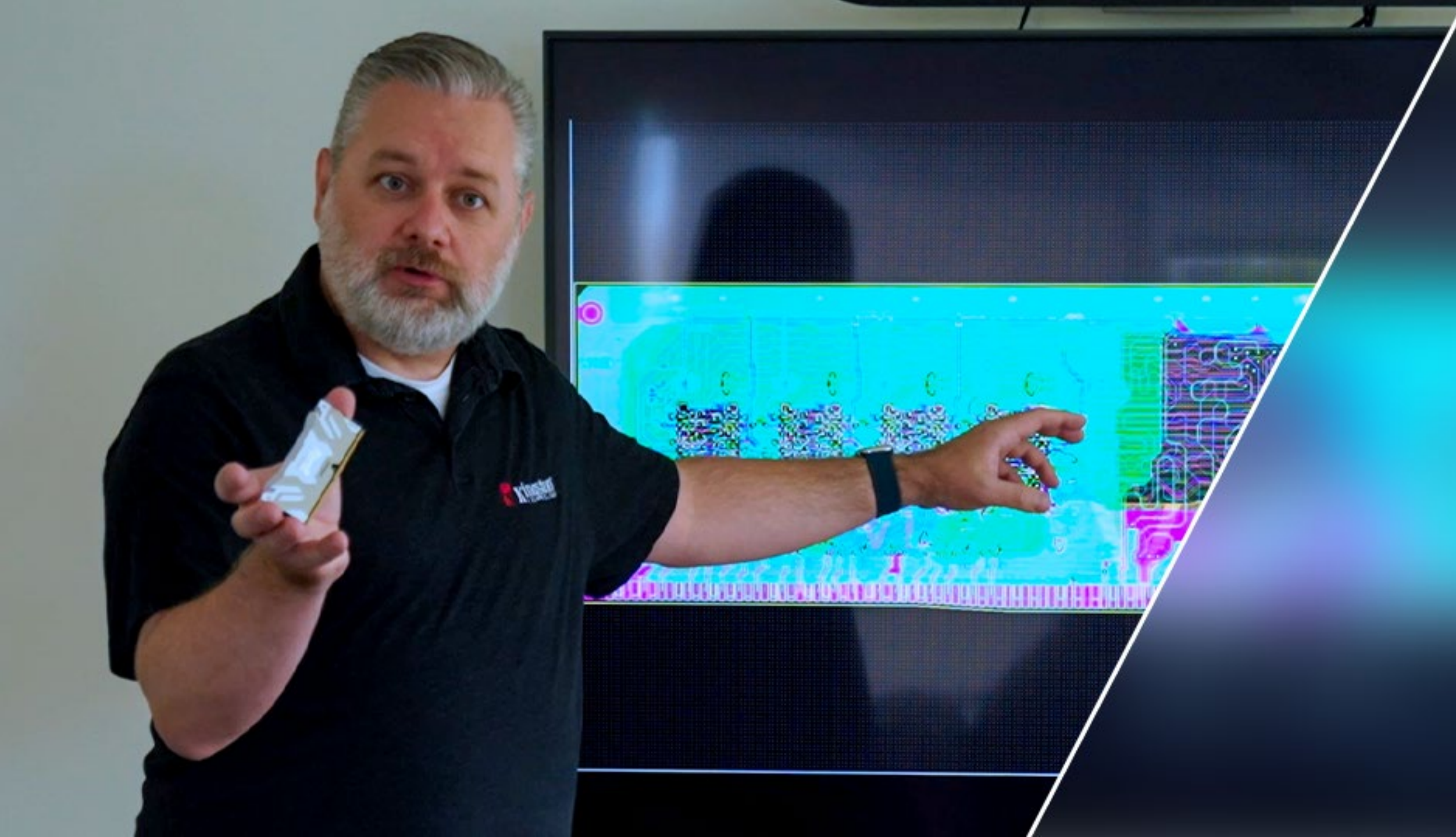
”

Dla wprowadzonej na rynek pamięci DDR5 zaplanowano cztery etapy zwiększenia szybkości, obsługiwane przez kolejne platformy Intel i AMD. W przeszłości moduły o zwiększonej szybkości wprowadzono na rynek raz do roku, zgodnie z harmonogramem uwzględniającym standardy branżowe i możliwości nowych chipsetów. Rezygnacja z określenia przedziałów prędkości dla pamięci DDR5 wynikała częściowo z konkurencji między producentami chipsetów i procesorów, a częściowo z zapotrzebowania na pamięć o wysokiej wydajności do obsługi aplikacji wymagających dużej przepustowości pamięci, takich jak modele AI.

Możliwość uzyskania większej gęstości pozwoliła na produkcję modułów o większej jednostkowej pojemności, co ma kluczowe znaczenie dla serwerów i systemów obliczeniowych o wysokiej wydajności.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

”



Typy modułów DRAM i najważniejsze różnice

Branżowa organizacja standaryzacyjna JEDEC nie tylko określa specyfikacje pamięci DRAM, ale także formaty modułów, w których mieści się pamięć, aby dostosować je do różnych platform obliczeniowych i środowisk.

Moduły niebuforowane, takie jak **Unbuffered UDIMM** i **Small Outline DIMM (SODIMM)**, to najpopularniejszy typ modułów pamięci wykorzystywanych w komputerach stacjonarnych i laptopach.

Zastosowanie komponentów pamięci DRAM obsługujących funkcję korekcji błędów (ECC) pozwoliło na stworzenie modułów **ECC UDIMM** i **ECC SODIMM** na potrzeby standardowych stacji roboczych. Pozwalają one zapewnić większą integralność danych w zastosowaniach intensywnie wykorzystujących pamięć.

Na potrzeby serwerów jedno- lub wieloprocesorowych moduły **ECC Registered DIMM (RDIMM)** zawierają komponent rejestru, który buforuje dane między pamięcią DRAM a kontrolerem pamięci. Ma to szczególne znaczenie w środowiskach, w których wymagane są duże ilości pamięci i kluczowe znaczenie ma niezawodność danych.

Moduły Load Reduced DIMM (LRDIMM) są wyposażone w bufory danych, których zadaniem jest odciążenie kontrolera pamięci, dzięki czemu nie zmniejsza on szybkości działania pamięci w celu kompensacji. Technologia LRDIMM pozwala na stosowanie modułów o dużej pojemności bez utraty wydajności. Po raz pierwszy wprowadzono ją w 2012 r. dla pamięci DDR3, a następnie udoskonalono i w 2014 r. zastosowano w modułach DDR4.

Pamięć o niskim poborze mocy (Low Power DDR, LPDDR) weszła na rynek w 2006 r. jako rozwiązanie dla urządzeń przenośnych, które pozwoliło zmniejszyć pobór energii z baterii. Chociaż zwykle montuje się ją bezpośrednio na płycie głównej, od 2024 r. moduły LPDDR5 występują także w formacie CAMM2 (Compression Attached Memory Module). To modułowe rozwiązanie, wykorzystywane przez producentów w laptopach i komputerach stacjonarnych w małych obudowach.

Oprócz pamięci DDR SDRAM najszybciej rozwijającą się kategorią pamięci jest **pamięć o dużej przepustowości (High Bandwidth Memory, HBM)**, opracowana w 2008 r. przez firmę AMD w celu zaspokojenia rosnącego zapotrzebowania na pamięć o wysokiej wydajności i pojemności, przystosowaną do obsługi energooszczędnych kart graficznych. Pamięć HBM wykorzystuje szybki interfejs do zarządzania trójwymiarową strukturą warstw pamięci SDRAM w ramach pojedynczego układu scalonego. Pozwala to uzyskać szeroki dostęp (powyżej 128 bitów) do adresowalnej pamięci, przeznaczanej głównie do kart graficznych, procesorów z tzw. pamięcią w pakiecie oraz kart akceleratorów AI.

”
W ciągu ostatniej dekady kolejne generacje technologii HBM umożliwiły zwiększenie pojemności pamięci dzięki większej liczbie warstw, wykorzystanie szerszych magistrali danych i uzyskanie większej przepustowości. Warto jednak zaznaczyć, że pamięci HBM nie stosuje się obecnie w modułach pamięci i nie uznaje się jej za opłacalną alternatywę dla pamięci DDR DRAM ze względu na wysoką cenę za jednostkę pojemności (GB).

Mike Mohny | Kingston Technology

Znaczenie opóźnienia i szybkości

Opóźnienie i szybkość to dwa kluczowe parametry zdefiniowane przez branżową organizację standaryzacyjną (JEDEC), które są wykorzystywane jako wskaźniki wydajności.



W informatyce istnieje wiele różnych typów aplikacji, które mogą preferować jeden element sprzętowy zamiast drugiego w zależności od obciążenia. Aplikacje zależne od pamięci korzystają z wysokiej wydajności pamięci i mniejszych opóźnień – w przeciwieństwie do tych, które polegają głównie na możliwościach pamięci masowej lub karty graficznej.

Mike Mohny | Kingston Technology

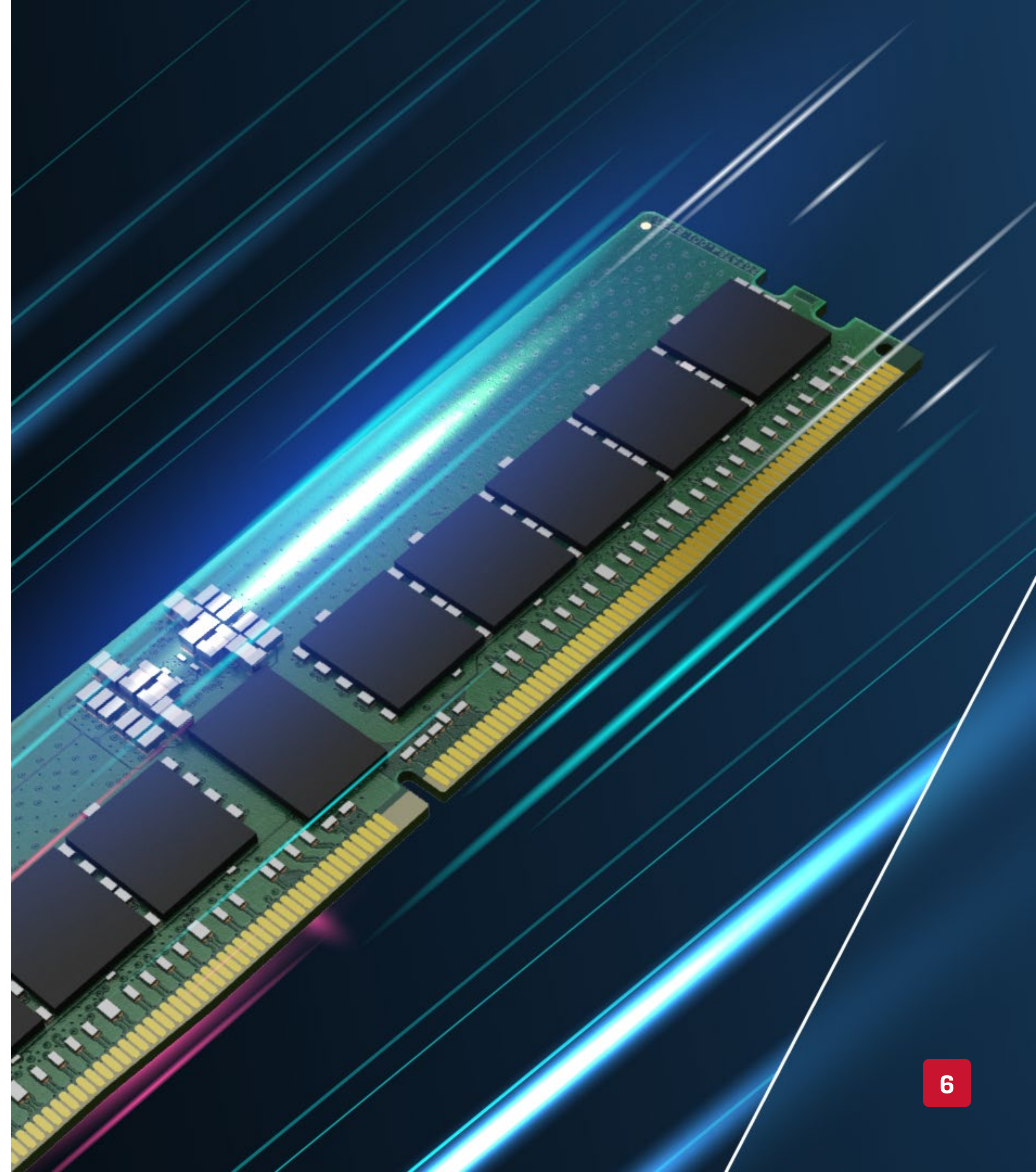


Dla każdej nowej technologii pamięci organizacja JEDEC określa standardowe parametry szybkości i opóźnień, które są następnie stosowane przez producentów pamięci, architektów procesorów i chipsetów oraz producentów płyt głównych i systemów w celu zachowania zgodności. Wraz ze wzrostem standardowych parametrów szybkości rosną również wartości opóźnień. Często budzi to kontrowersje i jest niezrozumiałe dla użytkowników, którzy uważają, że wyższe wartości opóźnień CAS niwelują korzyści płynące ze wzrostu parametrów szybkości. Jednak całkowite opóźnienie, które jest wypadkową szybkości i czasów opóźnień, pozwala na dokładniejsze określenie wydajności pamięci wyrażonej w nanosekundach. Dotyczy to czasu, którego potrzebuje procesor, aby uzyskać dane z pamięci.



Jeśli chodzi o wpływ na zadania obliczeniowe, pamięć niebuforowana idealnie sprawdza się w komputerach stacjonarnych i stacjach roboczych wymagających szybkiego czasu reakcji. Pamięć klasy serwerowej, np. moduły Registered DIMM i Load Reduced DIMM, doskonale sprawdza się w centrach danych, w których stabilność, korekcja błędów i obsługa dużych zbiorów danych są ważniejsze niż opóźnienia.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe





Przykłady zastosowań i wpływ obciążenia roboczego

Użytkownicy końcowi i architekci centrów danych wybierają platformy zależnie od potrzeb związanych z zastosowaniem i obciążeniami. Z kolei wymagania danego zastosowania dotyczące pojemności i wydajności pamięci determinują typ wybranych i skonfigurowanych modułów.

W branży pamięci rozróżniamy komponenty i formaty modułów klasy klienckiej (przeznaczone do komputerów osobistych) oraz klasy serwerowej. Systemy klienckie obejmują komputery stacjonarne i laptopy, które wykorzystują standardową pamięć bez funkcji korekcji błędów (ECC) w formatach niebuforowanych DIMM (UDIMM/CUDIMM), SODIMM/CSODIMM i CAMM2. Tymczasem systemy klasy serwerowej, obejmujące stacjonarne i przenośne stacje robocze, wykorzystują moduły pamięci z funkcją korekcji błędów (ECC).

W urządzeniach konsumenckich najlepiej sprawdza się prostota i szybkość pamięci niebuforowanej. Komputery stacjonarne i laptopy nie są przystosowane do pracy 24 godziny na dobę i zwykle wyłączają się, gdy nie są używane. Także aplikacje i obciążenia w tych systemach nie stawiają pamięci takich wymagań, jakim musi sprostać w serwerach, dlatego nie ma potrzeby korzystania z funkcji ECC.

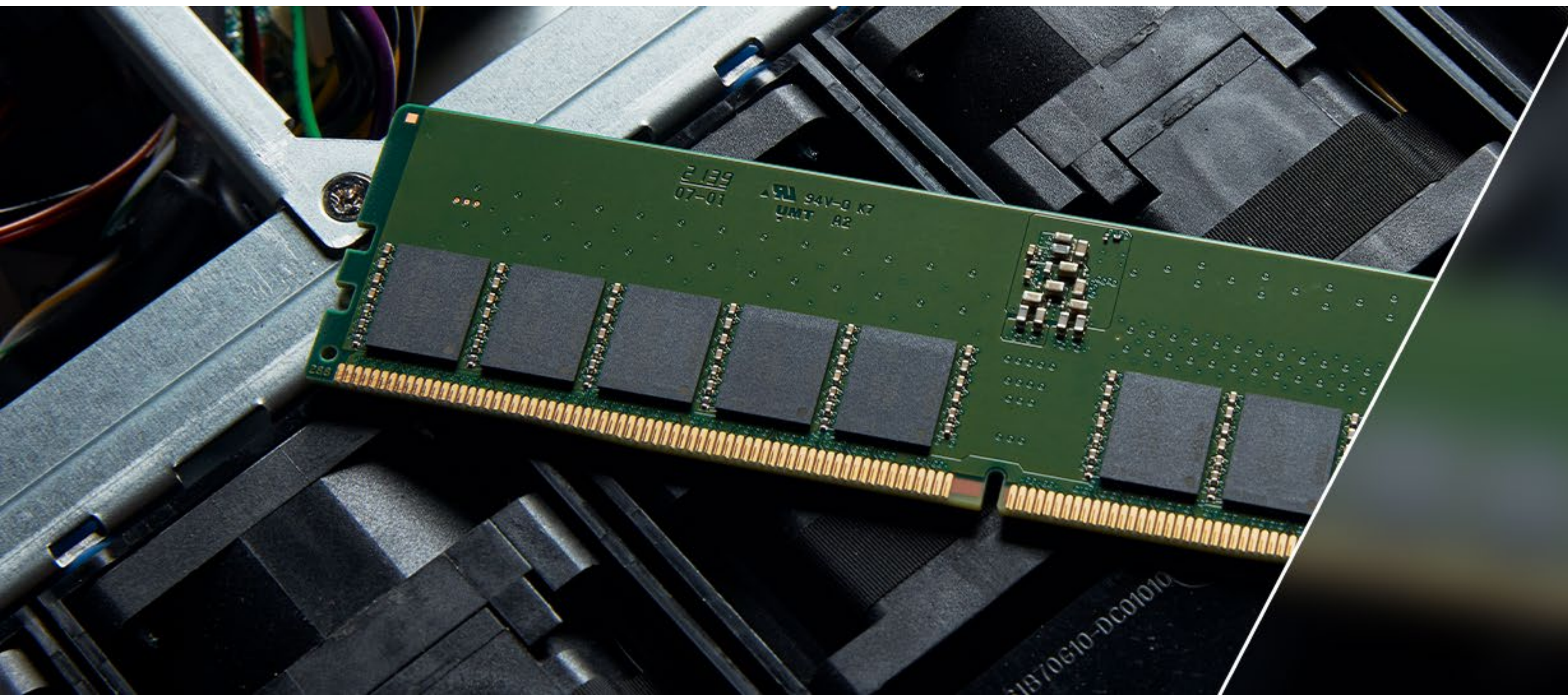
Z drugiej strony bardziej złożone systemy, takie jak serwery i wydajne stacje robocze, przystosowane do pracy w trybie ciągłym, korzystają z dodatkowej stabilności i niezawodności oferowanej przez moduły ECC Registered DIMM (RDIMM) i Load Reduced DIMM (LRDIMM). Moduły klasy ECC obsługują funkcję korekcji błędów uszkodzonych danych, aby zapobiec awarii serwera lub utracie ważnych informacji. Moduły te zawierają także wyższej klasy komponenty DRAM, które są testowane pod kątem większej tolerancji i niższych wskaźników awaryjności.

Kompatybilność pamięci DRAM a jej modernizacja

Ocena dostępnych opcji pamięci powinna uwzględniać nie tylko kwestie związane z zastosowaniem i obciążeniami, ale także reputację marki. Zwykle firmy produkujące pamięć napotykają mniej problemów z kompatybilnością, jeśli inwestują w infrastrukturę testową w celu weryfikacji swoich projektów we współpracy z architektami chipsetów (takimi jak Intel i AMD), a także współpracują z producentami płyt głównych i systemów przy przeprowadzaniu kwalifikacji pamięci. Na rynku funkcjonuje stabilny system wzajemnej kontroli i równowagi, obejmujący producentów procesorów (Intel i AMD), płyt głównych, czołowe marki komputerów i producentów pamięci. Jednak nie uczestniczą w nim wszyscy dostawcy modułów pamięci.

Zamontowanie niezgodnej pamięci DRAM może uniemożliwić uruchomienie systemu. Przed modernizacją lub wymianą pamięci zapoznaj się z instrukcją dołączoną do płyty głównej lub skorzystaj ze strony internetowej producenta, aby uwzględnić następujące czynniki:

- 1. Obsługa płyty głównej:** sprawdź, jaką technologię pamięci i typ modułów obsługuje płyta główna (np. DDR4, DDR5, RDIMM czy UDIMM).
- 2. Szybkość:** wybierz moduły o takiej samej lub większej szybkości niż obecna pamięć DRAM, aby uniknąć problemów z wydajnością. Jeśli chodzi o szybkość, ogólną zasadą jest wsteczna kompatybilność w obrębie danej generacji DDR. W praktyce oznacza to, że kupując standardowy moduł o szybkości 3200MT/s, można mieć pewność, że po samoczynnym przetaktowaniu będzie on działał w systemach wymagających szybkości 2666MT/s.
- 3. Pojemność:** wybierz moduły do instalacji w identycznych parach lub grupach, dostosowane do architektury płyty głównej, zapewniając nadmiarową pojemność, aby uwzględnić przyszłe zapotrzebowanie na pamięć.
- 4. Łączenie różnych modułów DRAM:** łączenie różnych typów modułów DRAM (szerokość, gęstość, marka) w parach lub grupach może skutkować niestabilnością systemu. Instalacja identycznych par lub grup modułów, zgodnie z architekturą pamięci płyty głównej, zmniejsza ryzyko wystąpienia problemów.
- 5. Korekcja błędów:** w przypadku instalacji modułów ECC Unbuffered w klienckiej (standardowej) stacji roboczej należy sprawdzić, czy dane modele płyty głównej i procesora obsługują funkcję ECC.



Na przykład moduły DDR4 RDIMM i LRDIMM mają takie samo wycięcie (klucz) jak moduły DIMM niebuforowane. Po podłączeniu do komputera stacjonarnego moduły RDIMM i LRDIMM nie będą działać. Na kompatybilność może mieć również wpływ szerokość i gęstość komponentów DRAM, ponieważ niektóre chipsety nie będą działać z modułami o określonej szerokości lub o wysokiej gęstości.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

Kompatybilność pamięci DRAM a jej modernizacja

Branża pamięci nieustannie się rozwija, projektując rozwiązania dostosowane do wymagań nowych technologii z uwzględnieniem obecnych i przyszłych potrzeb komputerów. Dlatego dla producentów modułów pamięci bardzo ważne jest posiadanie obszernego archiwum platform komputerowych, sięgającego kilku generacji wstecz.



Testowanie nowych komponentów pamięci na starszych systemach, zwane również testowaniem regresyjnym, jest bardzo ważnym krokiem, pomijanym przez niektórych producentów modułów pamięci w celu ograniczenia kosztów. Jest to obszar, w którym często pojawiają się problemy związane ze zgodnością.

Mike Mohny | Kingston Technology



Kluczem do zapobiegania problemom jest także prowadzenie rozbudowanej bazy danych zgodności systemów. Jako jeden z nielicznych na świecie producentów modułów pamięci na bieżąco prowadzimy bazę danych obejmującą ponad 40 000 systemów komputerowych. Dzięki temu inżynierowie firmy Kingston mogą dokładniej określić, jakie opcje modernizacji pamięci będą zgodne z tysiącami obecnych i starszych modeli komputerów dostępnych na rynku. Niuanse dotyczące różnic między chipsetami i kolejnymi generacjami procesorów Intel i AMD często umykają użytkownikom, a w niektórych przypadkach są przed nimi celowo ukrywane. Celem firmy Kingston jest dzielenie się wiedzą techniczną, dzięki której użytkownicy będą mogli wybrać najlepszą i najbardziej kompatybilną pamięć do swojego komputera.



Problemy ze zgodnością mogą wystąpić, jeśli podzespoły nie zostały sprawdzone lub zoptymalizowane pod kątem danego chipsetu lub systemu BIOS. Typowe problemy ze zgodnością mogą także wynikać z zastosowania w komputerze nieobsługiwanych konfiguracji pamięci DRAM lub typów modułów.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe



Wyzwania związane z produkcją pamięci DRAM

Choć kwestia kompatybilności może stanowić istotny problem, nie jest ona jedynym wyzwaniem. Złożoność konstrukcji, precyzja montażu i kontrola jakości to główne wyzwania związane z produkcją pamięci DRAM. Sposób, w jaki radzi sobie z nimi firma Kingston, definiuje ją jako wiodącego niezależnego producenta modułów DRAM na świecie. Każde wyzwanie ma swoje własne rozwiązanie,

zaczniemy więc od tego, w jaki sposób projektujemy nasze rozwiązania pamięci.

- » **Złożoność projektowa:** każdy projektowany przez nas moduł pamięci DRAM ma swoje unikalne cechy, niezależnie od tego, czy będzie to moduł DDR4, DDR5, moduł niebuforowany, czy moduł z rejestrem itd. Wpływa to na złożoność każdego projektu, wymagającą zaawansowanej inżynierii i precyzyjnej integracji, aby zagwarantować odpowiednią niezawodność i wydajność.
- » **Rozwiązanie:** aby sprostać temu wyzwaniu, wykorzystujemy specjalistyczne oprogramowanie do projektowania i rygorystyczne protokoły testowe, co gwarantuje, że każdy typ pamięci będzie działał zgodnie z przeznaczeniem i bez błędów.

Współpracujemy także z wiodącymi producentami półprzewodników do pamięci DRAM.

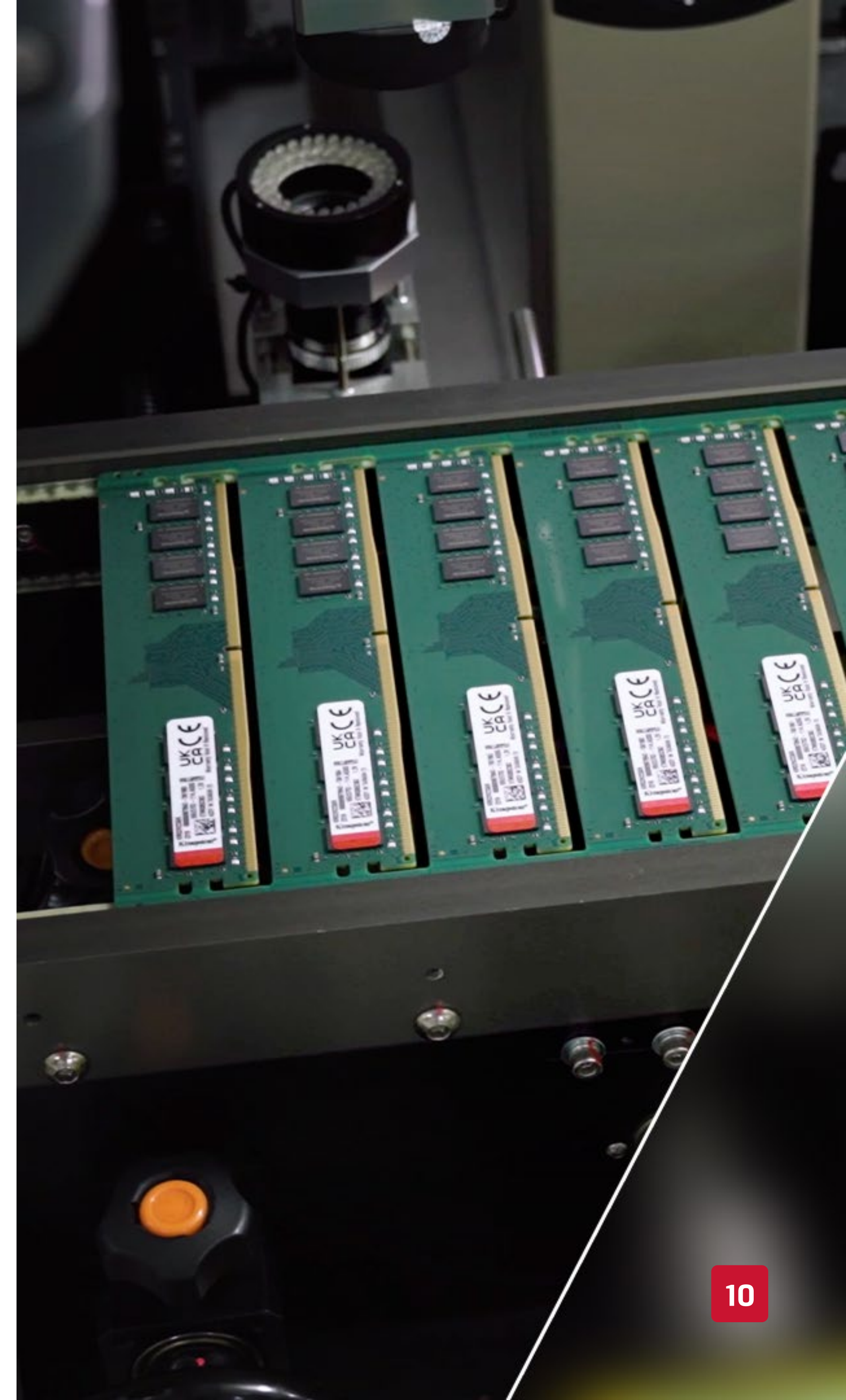
- » **Precyzja wykonania:** układy scalone DRAM powstają w procesach nanotechnologicznych z wykorzystaniem półprzewodników. Nawet niewielkie odchylenia mogą skutkować defektami, które wpływają na wydajność i stabilność.
- » **Rozwiązanie:** Kingston współpracuje wyłącznie z producentami półprzewodników, którzy mogą zagwarantować wysoki poziom wydajności i niezawodności. W procesie produkcji tych półprzewodników stosuje się najnowocześniejsze techniki litograficzne i pomieszczenia czyste, co minimalizuje

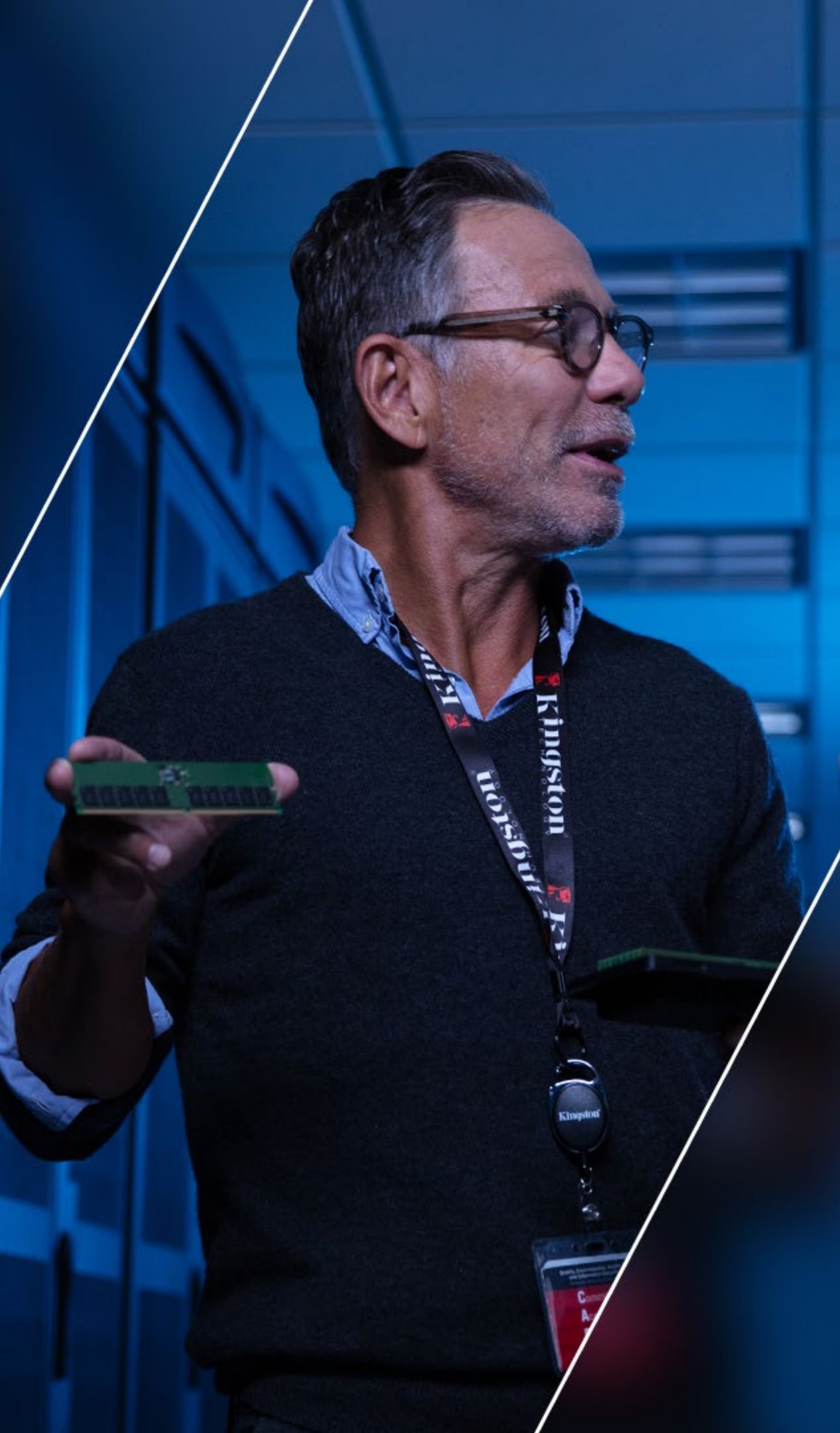
ryzyko wystąpienia defektów, gwarantując wysoką precyzję i powtarzalność. Jeśli dostawca nie jest w stanie sprostać tym wymaganiom, nie podejmujemy z nim współpracy.

Kolejnym etapem jest produkcja i testowanie naszych modułów DRAM.

- » **Kontrola jakości:** Po zmontowaniu nasze moduły DRAM muszą spełniać rygorystyczne wymagania dotyczące wydajności i niezawodności.
- » **Rozwiązanie:** kompleksowe testy w różnych warunkach, obejmujące próby temperaturowe i wytrzymałościowe, pomagają wykrywać i eliminować wadliwe produkty, dzięki czemu na rynek trafiają wyłącznie niezawodne moduły pamięci.

Dzięki zaawansowanej technologii i rygorystycznym procedurom kontroli jakości Kingston produkuje wydajne i niezawodne rozwiązania DRAM, przystosowane do różnych potrzeb obliczeniowych. Idziemy nawet o krok dalej, ściśle współpracując z firmami Intel i AMD, aby móc korzystać z platform referencyjnych, które pomagają nam w opracowywaniu nowych technologii pamięci, a także udoskonaleń na potrzeby naszych testów produkcyjnych. W naszych środowiskach produkcyjnych stale modernizujemy sprzęt i oprogramowanie pod kątem nowych parametrów szybkości i pojemności pamięci, a także poprawy jakości produkowanych modułów.





Rozwój pamięci DRAM: znaczenie trendów rynkowych

Jeśli chodzi o kształtowanie rozwoju i wprowadzanie różnych typów pamięci DRAM, trendy rynkowe są pochodną zmieniających się wymagań technologii, a także zachowań konsumentów. Wydajność, efektywność i skalowalność to kluczowe czynniki wpływające na rozwój i wprowadzanie nowych rozwiązań.

Z perspektywy czasu widać, że minione dekady rozwoju komputerów i wymagań związanych z obciążeniami roboczymi miały wpływ na rozwój określonych typów pamięci. W połowie pierwszej dekady XXI w. branża pamięci zaczęła skupiać się na rozwoju technologii pamięci, które pozwoliłyby obniżyć ogólne zużycie energii – zarówno w urządzeniach przenośnych, jak i w centrach danych. W połowie kolejnej dekady wirtualizacja wpłynęła na wzrost zapotrzebowania na moduły o większej pojemności. W tamtym okresie spadek wydajności modułów o dużej pojemności, związany z ograniczeniami chipsetów, doprowadził ostatecznie do opracowania dla pamięci DDR3 i DDR4 modułów Load Reduced DIMM (LRDIMM).

Obecnie jesteśmy świadkami dynamicznego rozwoju branż sztucznej inteligencji, produkcji gier i analizy dużych zbiorów danych, które stawiają coraz większe wymagania w zakresie szybkości i pojemność pamięci. Wpływa to na rozwój zaawansowanych modułów DRAM, takich jak Multiplexed-Rank DIMM (MRDIMM), które są w stanie sprostać tym wymaganiom wydajnościowym. Dążenie do tworzenia cieńszych i lżejszych urządzeń wpłynęło także na opracowanie kompaktowych i wydajnych rozwiązań pamięci, takich jak moduły CAMM2. Oferują one producentom ekonomiczne rozwiązanie zastępujące moduły DRAM lub wiele modułów SODIMM, które fizycznie nie zmieściłyby się w laptopie lub tablecie klasy Ultrabook.

Kolejnym szybko rozwijającym się obszarem jest zapewnienie możliwości zwiększenia pojemności pamięci poza tradycyjnymi gniazdami DIMM.

”

Innym ważnym czynnikiem stymulującym rozwój skalowalnej, pojemnej i wydajnej pamięci są wymagania związane obsługą sztucznej inteligencji. Spełniają je m.in. moduły MRDIMM, które w szczególności rozwiązują problem wąskiego gardła związanego z wydajnością pamięci o dużej pojemności.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

”

To tylko kilka przykładów, jak branża pamięci dostosowuje się do trendów rynkowych, pokazujących, że nasz ekosystem i organizacja normalizacyjna są zawsze gotowe na wyzwania związane z przyszłymi potrzebami rynku pamięci.

”

Stale inwestujemy w rozwój infrastruktury i skalowalności, aby wspierać wdrażanie technologii pamięci nowej generacji. Z roku na rok rośnie szybkość pamięci, dlatego posiadanie platform nowej generacji na długo przed premierą ma kluczowe znaczenie dla zwiększenia produkcji i zaspokojenia globalnego popytu, gdy na rynku pojawiają się nowe systemy.

Mike Mohny | Kingston Technology

”

UDIMM
CUDIMM
SODIMM
CSODIMM
CAMM2
RDIMM
LRDIMM



Te innowacyjne rozwiązania, obejmujące moduły CAMM2, CUDIMM i CXL, pokazują przyszłość, w której technologie pamięci będą wspierać szybsze, wydajniejsze i bardziej elastyczne systemy obliczeniowe w różnych zastosowaniach i branżach.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

Przyszłość technologii DRAM

Patrząc w przyszłość, branża pamięci będzie nadal dostosowywać się do potrzeb rynku, planując swoje działania odpowiednio do jego wymagań. Dalszy rozwój technologii DRAM będzie ukierunkowany na wzrost szybkości, zmniejszenie zużycia energii i zwiększenie gęstości, aby sprostać wymaganiom zaawansowanych zastosowań, takich jak sztuczna inteligencja, analiza dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze. Ponadto wyzwania związane z aktualnymi technologiami i formatami pamięci już wpływają na specyfikację DDR nowej generacji (DDR6), którą opracowuje organizacja JEDEC. Specyfikacja DDR6, która zostanie ukończona do 2027 r., prawdopodobnie skoncentruje się na wyższej wydajności, z istotnymi liniowymi wzrostami szybkości transferu danych w porównaniu ze standardem DDR5 oraz szerszą magistralą danych.

Do tego czasu pamięć DDR5 będzie zyskiwać na szybkości i znajdować zastosowanie w nowych formatach. Dotyczy to również formatu CAMM2, który w ciągu najbliższych kilku lat ma stać się dominującym rozwiązaniem modułowym do komputerów przenośnych i małych komputerów stacjonarnych. Cienkoprofilowy moduł CAMM2 może skutecznie zastąpić dwa moduły SODIMM w tradycyjnych laptopach, zapewniając producentom znaczne oszczędności dzięki zastosowaniu modułowego

rozwiązania pamięci zamiast autonomicznych komponentów DRAM montowanych bezpośrednio na płycie głównej. Niektórzy producenci płyt głównych pokazali nawet, że moduły CAMM2 można zastosować w tradycyjnych komputerach stacjonarnych. Kingston, jako zatwierdzony dostawca pamięci dla firmy Dell przy wdrażaniu pierwotnego formatu CAMM, dysponuje strategicznym potencjałem do wsparcia rewolucji związanej z technologią CAMM2, a także infrastrukturą umożliwiającą produkcję i testowanie tego nowego formatu. Zachęcamy do śledzenia strony internetowej Kingston, aby poznać nasze rozwiązania CAMM2, które pojawią się na rynku w pierwszej połowie 2025 r.

CUDIMM to nowy typ modułu DRAM, w którym na niebuforowanych modułach DIMM DDR5, począwszy od szybkości 6400MT/s, zastosowano sterownik zegara. Komponent ten retransmituje sygnał zegara z procesora do modułu, co poprawia integralność sygnału i zmniejsza liczbę błędów spowodowanych szumem i zakłóceniami, które stają się problematyczne przy większych szybkościach.

Na wczesnym etapie rozwoju znajduje kolejna nowa kategoria pamięci DRAM – Compute Express Link (CXL). CXL to otwarty standard protokołu, który działa na magistrali PCI Express, podobnie jak protokół NVMe w przypadku pamięci masowej. Głównym obszarem zastosowania produktów CXL są ekspandery pamięci, które wykorzystują pamięć DRAM (DDR4, DDR5, HBM) w różnych formatach w celu zwiększenia pojemności pamięci i rozszerzenia jej dostępnych zasobów na potrzeby serwerów.

Podsumowanie

Projektanci pamięci starają się nadążyć za rozwojem sztucznej inteligencji. Technologia DDR SDRAM, będąca podstawą pamięci półprzewodnikowej, wraz z jej dużą pojemnością i szybkim transferem danych do procesorów, wciąż się rozwija. Dzięki inwestycjom i ścisłej kontroli jakości producenci są w stanie rozwiązywać najważniejsze problemy związane z produkcją i zapewnieniem zgodności, aby wytwarzać niezawodną, wysokowydajną pamięć dostosowaną do różnorodnych potrzeb obliczeniowych. Aby sprostać szczególnym wymaganiom Twojego środowiska, eksperci firmy Kingston są gotowi służyć Ci pomocą w poruszaniu się po zawiłościach technologii związanych z ewolucją chipsetów, kolejnych generacji procesorów i optymalizacją konfiguracji pamięci.

Built on Commitment

Od dużych zbiorów danych po urządzenia IoT, w tym laptopy, komputery stacjonarne i urządzenia typu wearable, firma Kingston Technology dostarcza najwyższej klasy produkty, usługi i pomoc techniczną. Jako zaufany partner wiodących producentów komputerów PC i globalnych dostawców usług w chmurze cenimy sobie trwałe relacje z klientami, które pomagają nam rozwijać się i wprowadzać innowacje. Dbamy o to, aby każde rozwiązanie spełniało najwyższe standardy, stawiając na pierwszym miejscu jakość i obsługę klienta. Na każdym etapie słuchamy, uczymy się i współpracujemy z naszymi klientami i partnerami, aby dostarczać rozwiązania, które przyniosą trwałe efekty.

©2024 Kingston Technology Europe Co LLP i Kingston Digital Europe Co LLP, Kingston Court, Brooklands Close, Sunbury-on-Thames, Middlesex, TW16 7EP, Anglia. Tel: +44 (0) 1932 738888 Faks: +44 (0) 1932 785469. Wszelkie prawa zastrzeżone. Wszelkie znaki towarowe i zastrzeżone znaki towarowe są własnością odpowiednich właścicieli.



Kingston[®]
TECHNOLOGY
BUILT ON COMMITMENT



BUILT ON COMMITMENT