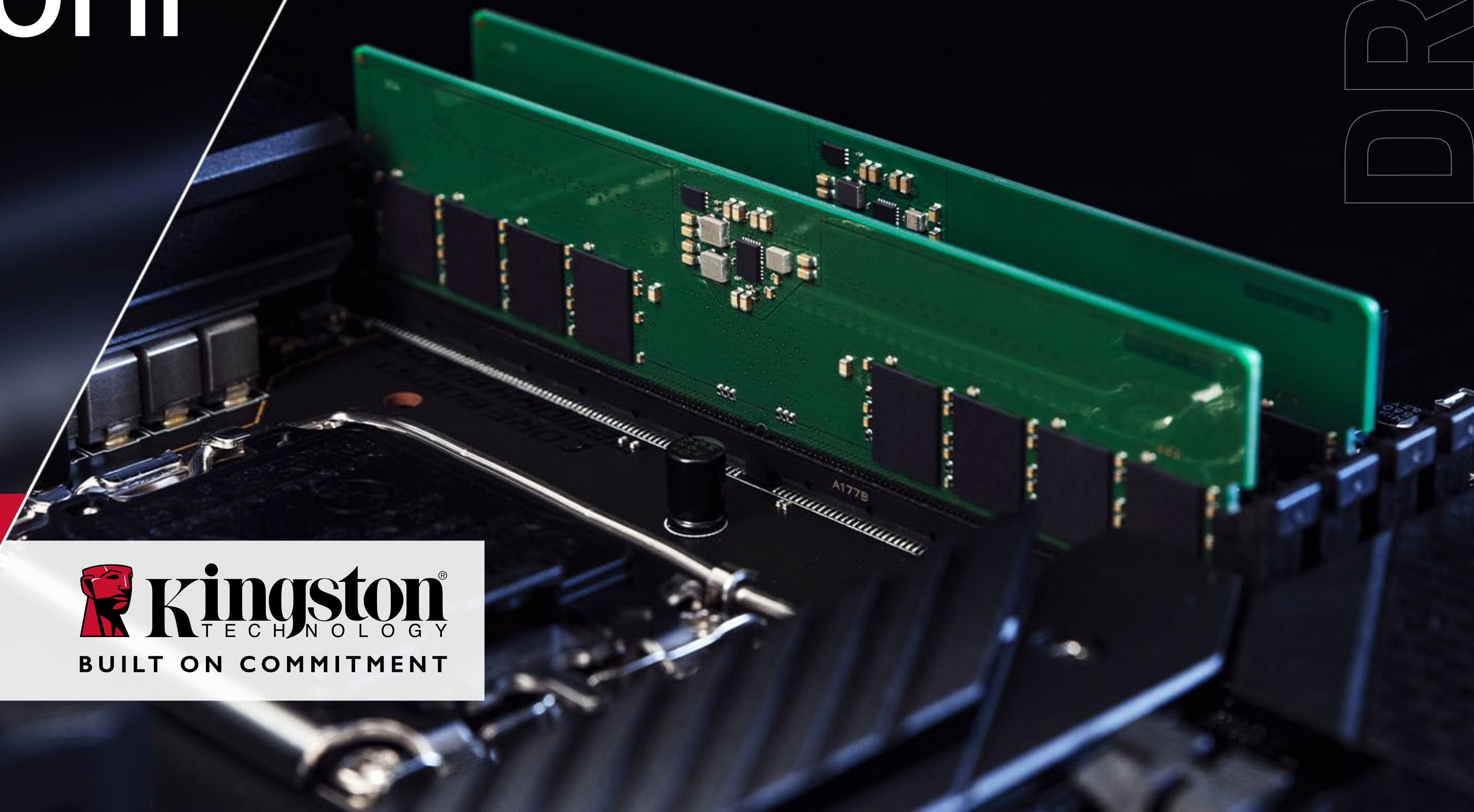


ЕВОЛЮЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПАМ'ЯТІ

DRAW



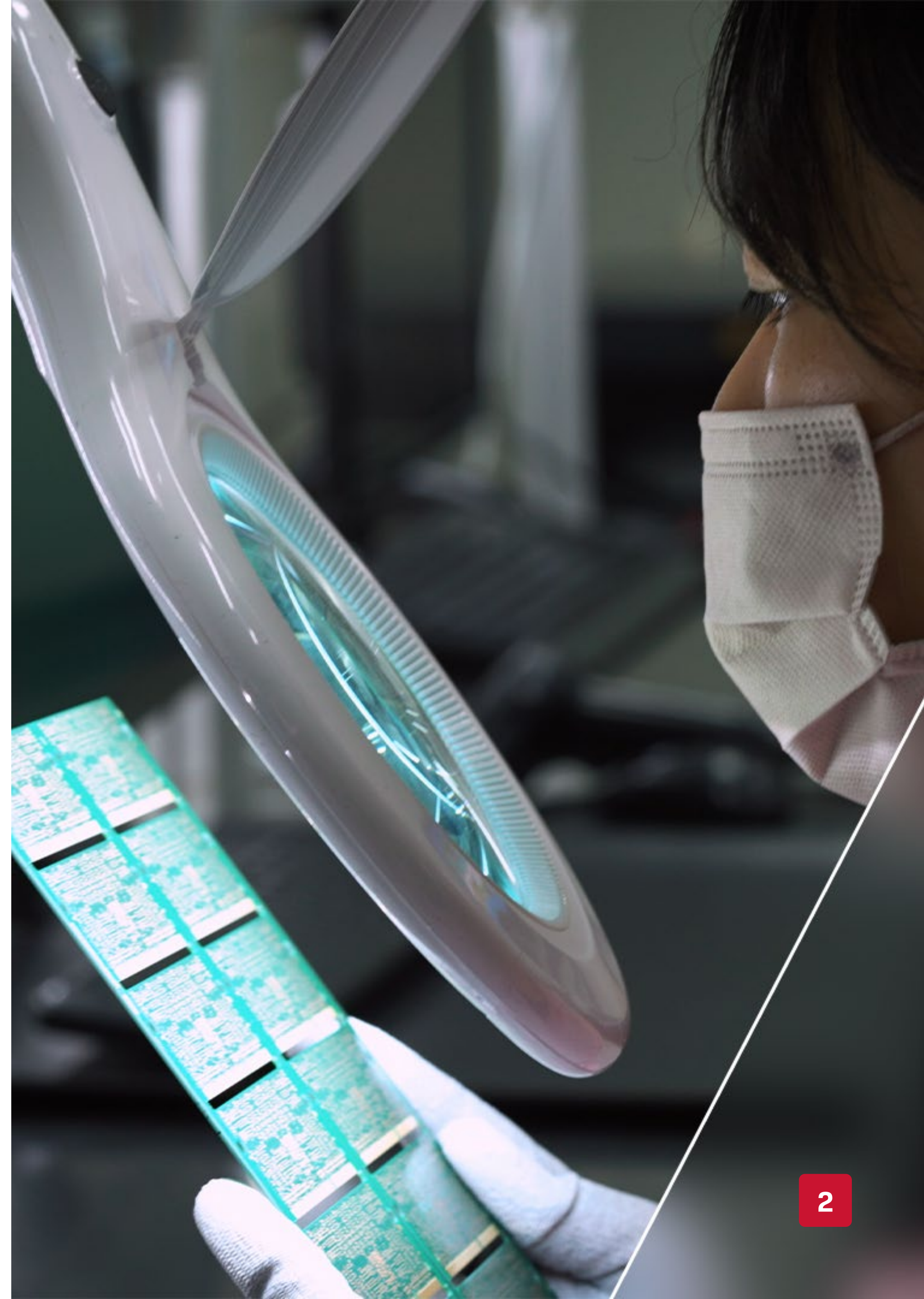
 **Kingston**[®]
TECHNOLOGY
BUILT ON COMMITMENT

Вступ і зміст

Еволюція динамічної пам'яті з довільним доступом (DRAM) від режиму Fast-Page Mode (FPM) через синхронну динамічну пам'ять (SDRAM) і до пам'яті з подвоєним темпом передачі даних (DDR SDRAM), яка наразі перебуває в своєму 5-му поколінні (DDR5), являє собою значний прогрес у галузі обчислювальних систем, обумовлений необхідністю підвищення продуктивності, пропускної здатності та енергоефективності. У зв'язку з швидким розвитком штучного інтелекту цей попит продовжує зростати, а DDR5 і HBM (пам'ять із високою пропускною здатністю) дедалі частіше застосовуються в центрах обробки даних і клієнтських системах. DDR SDRAM, яка вважається робочою конячкою напівпровідникової пам'яті, займає унікальне місце в галузі завдяки низькому енергоспоживанню та високій продуктивності, забезпечуючи швидку передачу даних на процесор.

На думку галузевих експертів, DRAM як основна технологія пам'яті має необмежені можливості. Але що саме робить цей тип пам'яті настільки вправним у задоволенні потреб сучасних компаній, якщо ми говоримо про продуктивність і архітектуру? Які типи підходять краще для серверів, а які — для настільних комп'ютерів? Як розвивається ця технологія, які типові проблеми й сценарії використання? Технічні експерти Kingston у цій електронній книзі допоможуть вам знайти відповіді на ці запитання та дізнатися, що чекає на DRAM у майбутньому.

Зміст	Сторінки
Автори	3
Еволюція DRAM: від FPM до DDR5 SDRAM	4
Типи DRAM і ключові відмінності	5
Важливість затримки та швидкості	6
Типові сценарії використання та вплив робочого навантаження	7
Проблеми із сумісністю пам'яті і міркування щодо модернізації	8 - 9
Подолання складнощів у виробництві пам'яті	10
Розвиток DRAM: Вплив ринкових тенденцій	11
Майбутнє технології DRAM	12
Підсумки	13



Автори

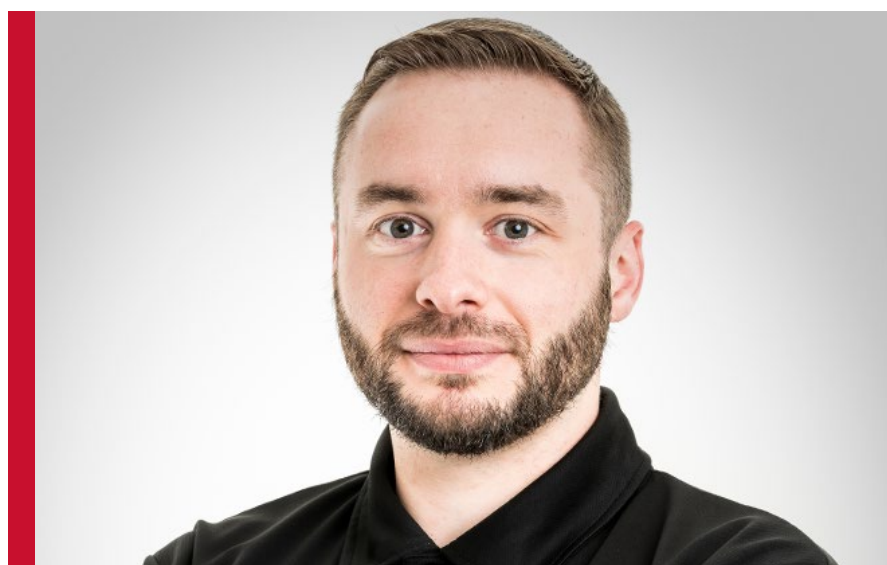
Ця електронна книга була створена двома експертами Kingston.



Mike Mohney | Kingston Technology

Майк Мохні займає посаду старшого менеджера з технологій у компанії Kingston Technology зі штаб-квартирою в місті Фаунтен-Веллі, штат Каліфорнія. Він працює в Kingston з 1996 року, маючи за плечима більш ніж 28-річний досвід роботи.

Майк відіграє ключову роль в управлінні та просуванні технологічних ініціатив Kingston, зокрема в галузі виробництва модулів DRAM та інших пристроїв пам'яті. Його досвід і лідерські якості значною мірою сприяли утвердженню Kingston як провідного стороннього виробника модулів DRAM.



Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

Джеффри Петі — керівник групи технічних ресурсів у Kingston Technology Europe. Він приєднався до Kingston у 2016 році як інженер технічної підтримки, надаючи післяпродажну технічну підтримку клієнтам у регіоні EMEA, здійснюючи практичну підготовку колег і нових співробітників, а також тестуючи нові продукти.

В обов'язки Джеффри та його команди входить надання технічної підтримки та відповідей на передпродажні запити бізнес-менеджерів, маркетологів, відділу внутрішніх продажів, клієнтів і ключового персоналу.

Еволюція DRAM: Від FPM до DDR5

До середини 1980-х років революція в комп'ютерній індустрії була в самому розпалі після появи процесора 80486. Основною технологією була пам'ять з режимом Fast Page Mode (FPM) DRAM у вигляді модуля з однорядним розташуванням контактів (SIMM). Необхідність підвищення продуктивності на початку 1990-х років призвела до розробки EDO (Extended Data Out) DRAM, потім швидко з'явилася синхронна пам'ять SDRAM і модулі з дворядним розташуванням контактів DIMM (Dual In-line Memory Module), які працювали більш ефективно за рахунок синхронізації з тактовою частотою процесора і пересиланням одного біта за такт. У 2000 році з'явилася перша пам'ять з подвоєним темпом передачі даних DDR SDRAM. Тепер дані передавались як на передньому, так і на задньому фронті тактового імпульсу. Цей тип пам'яті також енергоефективніший, ніж його попередник: напруга живлення у нього 2,5 В, на відміну від 3,3 В у SDRAM. DDR SDRAM продовжувала розвиватися під ретельним наглядом галузевої організації зі стандартизації пам'яті (JEDEC), і у 2003 році з'явилося друге покоління DDR (DDR2). У 2007 році виходить DDR3, а в 2014 році — DDR4. З кожним новим поколінням спостерігається збільшення швидкості та ємності пам'яті, а також зниження робочої напруги завдяки вдосконаленню літографії напівпровідникових пластин і зменшенню розмірів комірок пам'яті.

Перенесемося у 2021 рік, коли з'явилася пам'ять DDR5 SDRAM, що стало значним кроком вперед у розвитку технологій пам'яті. DDR5 дебютувала зі швидкістю 4800 MT/c, тобто її пропускна здатність збільшилася на 50% порівнюючи з максимальною стандартною швидкістю DDR4 (3200 MT/c). Окрім збільшення швидкості, в модулі DDR5 додана мікросхема керування живленням (PMIC), яка забезпечує кращий розподіл живлення, ніж у попередніх поколіннях, покращуючи цілісність сигналу та зменшуючи рівень шуму. Також зберіглася тенденція до зниження енергоспоживання: для роботи DDR5 потрібно лише 1,1 В. Була проведена значна робота над покращенням цілісності даних,

наприклад вбудована в кристал технологія корекції помилок (On-Die ECC) може відстежувати та виправляти бітові помилки безпосередньо в чіпі, зменшуючи ймовірність пошкодження даних.



Окрім основних покращень продуктивності, енергоспоживання та щільності, кожне нове покоління отримало багато інших корисних функцій. До таких функцій належить вдосконалена технологія корекції помилок, покращення цілісності сигналу, додані засоби захисту для запобігання апаратному злому та нові формфактори.

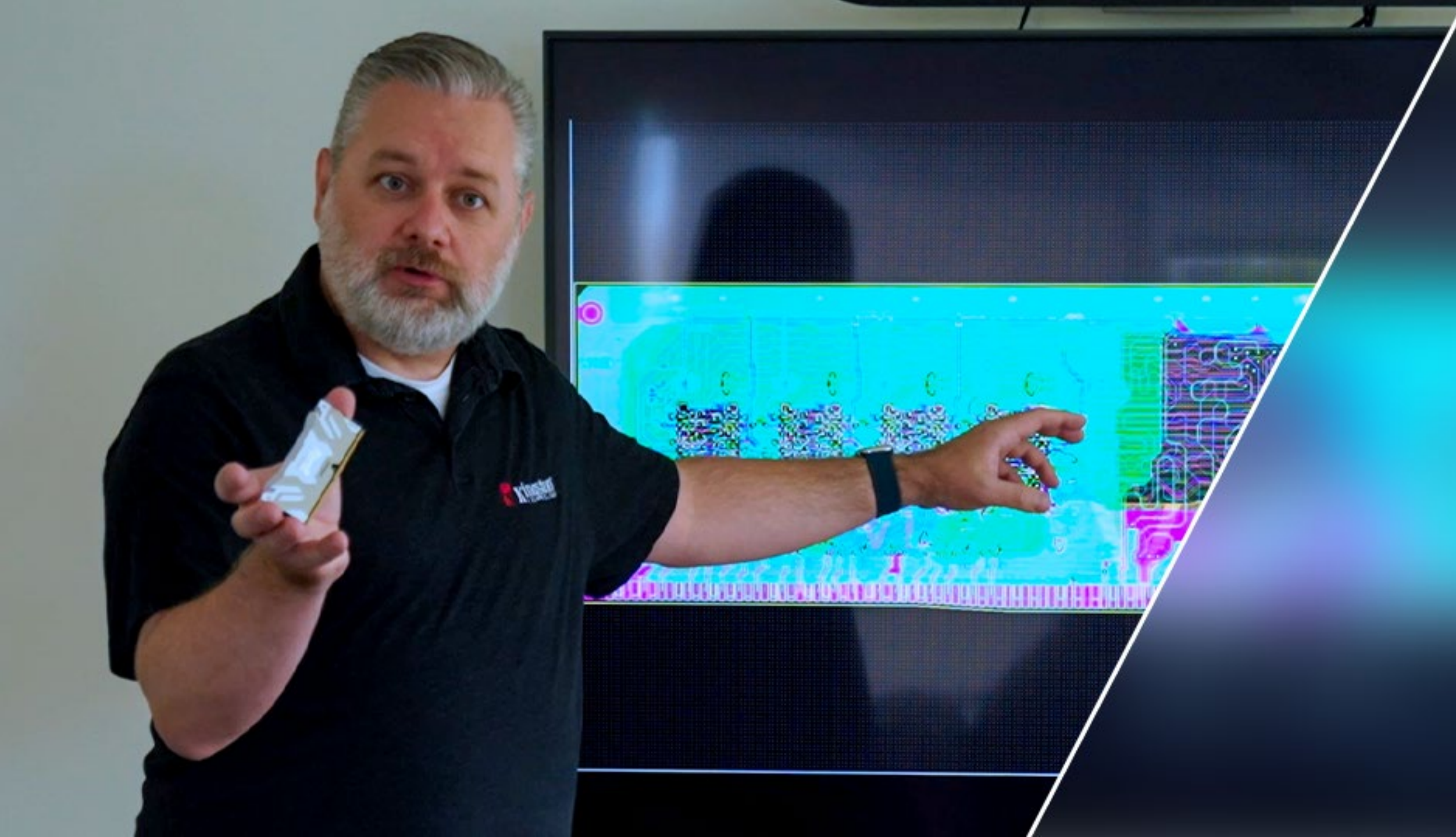
Mike Mohny | Kingston Technology



Після свого випуску DDR5 мала чотири запланованих підвищення швидкості, які підтримувалися наступними платформами Intel та AMD. Так склалося, що збільшення швидкості пам'яті відбувається кожного року, із заздалегідь визначеною ритмічністю, встановленою галузевими стандартами та підтримуваною новими чипсетами. Підвищення швидкості DDR5 було частково обумовлено конкуренцією між виробниками чипсетів і процесорів, а також попитом на високопродуктивну пам'ять для забезпечення оптимальної роботи таких вимогливих застосунків, як штучний інтелект (ШІ).

Відтепер з'явилося ще більше можливостей для досягнення вищої щільності, тобто збільшення ємності пам'яті на одному модулі, що було критично важливим для серверів і високопродуктивних обчислювальних систем.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe



Модулі DIMM зі зниженим навантаженням (LRDIMM) оснащені буфером даних для зменшення навантажень на контролер пам'яті, який інакше знизив би швидкість пам'яті для компенсації навантаження при великих обсягах пам'яті. Технологія LRDIMM забезпечує можливість використання модулів великої ємності без падіння продуктивності. Вона була вперше представлена в 2012 році для DDR3, а потім удосконалена для DDR4 в 2014 році.

Пам'ять DDR зі зниженим енергоспоживанням (LPDDR) з'явилась на ринку в 2006 році. Її почали використовувати в мобільних пристроях для економії заряду акумулятора. Зазвичай вона встановлюється безпосередньо на системну плату, але з 2024 року LPDDR5 також випускається у формфакторі SODIMM (модуль пам'яті з підключенням притисненням). Виробники можуть використовувати це модульне рішення в ноутбуках або ПК малого формфактору.

Окрім DDR SDRAM, ще одним привабливим варіантом стала **пам'ять із високою пропускною здатністю (HBM)**. Вона була розроблена AMD у 2008 році для задоволення зростаючого попиту на високопродуктивну пам'ять великої ємності, щоб забезпечити підтримку графічних процесорів з урахуванням вимог до нижчого рівня енергоспоживання. Пам'ять HBM використовує високошвидкісний інтерфейс для керування 3D-стеком шарів SDRAM в одному корпусі мікросхеми. Вона забезпечує широкий (128-бітний і більше) адресований доступ до пам'яті, і безпосередньо орієнтована на відеокарти, вбудовану процесорну пам'ять і карти-прискорювачі штучного інтелекту.

Типи модулів пам'яті і їх ключові відмінності

Галузева організація зі стандартизації пам'яті JEDEC не лише встановлює специфікації для пам'яті DRAM, але й визначає формфактори модулів для різних обчислювальних платформ і середовищ.

Модулі без буферизації, такі, як **модулі DIMM (UDIMM)** і **малогабаритні модулі DIMM (SODIMM)**, є найпоширенішим типом модулів пам'яті, що використовуються в настільних комп'ютерах і ноутбуках споживчого класу.

Завдяки додатковим чіпам пам'яті модулі **ECC UDIMM** і **ECC SODIMM** підтримують корекцію помилок процесором (ECC) і широко використовуються в системах класу робочих станцій. Вони забезпечують критично важливу цілісність даних для застосунків з інтенсивним використанням пам'яті.

В однопроцесорних або багатопроцесорних серверних системах **на модулях ECC Registered DIMM (RDIMM)** встановлений додатковий чіп реєстра, буферизуючий команди та адреси, що надходять у DRAM від контролера пам'яті. Це вкрай важливо для середовищ, які вимагають великих обсягів пам'яті та високої надійності даних.



Протягом останнього десятиліття пам'ять HBM вдосконалювалася, змінивши кілька поколінь. Як результат, вдалося досягти більшої ємності в більшій кількості шарів, ширшої шини передачі даних і вищої пропускної здатності. Тим не менш, HBM наразі не використовується у вигляді модулів пам'яті та не вважається життєздатною альтернативою технології DDR пам'яті за ціною за гігабайт.

Mike Mohny | Kingston Technology



Важливість затримки та швидкості

Затримка й швидкість — це два ключові атрибути, визначені галузевою організацією зі стандартизації пам'яті (JEDEC), які використовуються як показники продуктивності.



В обчислювальних системах існує багато різних типів застосунків, які можуть використовувати одні апаратні пристрої замість інших в залежності від робочого навантаження. Застосунки, орієнтовані на пам'ять, виграють від високих швидкостей пам'яті та низьких затримок, на відміну від тих, які орієнтовані на сховище даних або графічний процесор.

Mike Mohnney | Kingston Technology

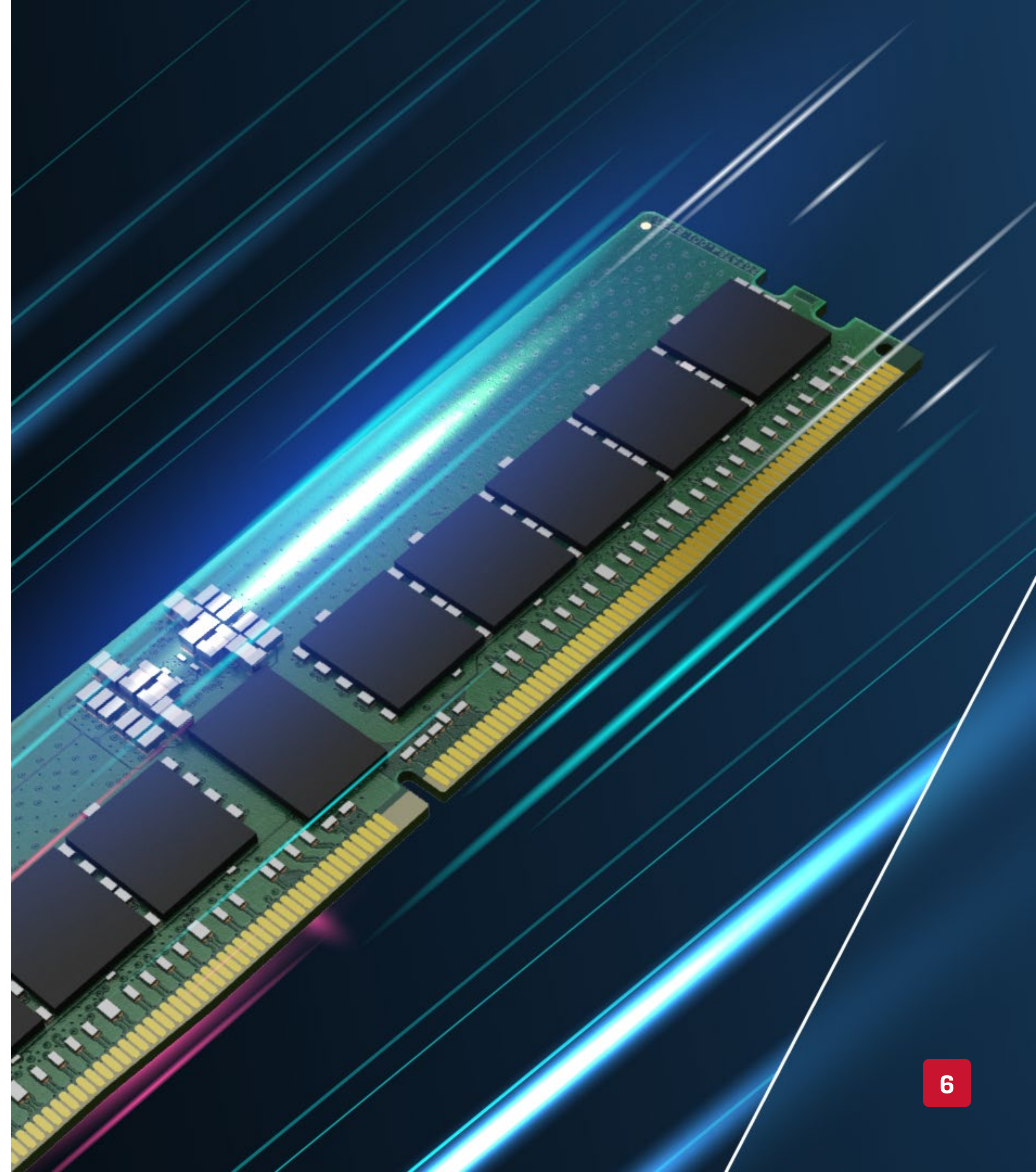


Для кожної нової технології пам'яті JEDEC визначає стандартні швидкості й затримки, які використовуються виробниками пам'яті, розробниками процесорів і чипсетів, а також виробниками материнських плат і систем. Зі збільшенням стандартної швидкості пам'яті збільшуються й затримки. Це часто викликає суперечки та непорозуміння з боку користувачів, які вважають, що більш високі стандартні швидкості нівелюються збільшенням таймінгів CAS. Проте загальна затримка, що є комбінацією швидкості й таймінгів, являє собою більш точний спосіб вимірювання продуктивності пам'яті в наносекундах. Це час, який потрібен процесору для отримання даних із пам'яті.



Щодо впливу на обчислювальні завдання, модулі пам'яті без буферизації ідеально підходять для настільних комп'ютерів і робочих станцій, яким потрібен швидкий відгук. Пам'ять серверного класу, зокрема регістрові модулі та модулі DIMM зі зниженим навантаженням, ідеально підходить для центрів обробки даних, де стабільність, виправлення помилок і обробка великих наборів даних важливіші за затримки.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe





Типові сценарії використання та вплив робочого навантаження

Кінцеві користувачі та розробники архітектури центрів обробки даних обирають платформи на основі потреб своїх застосунків і робочих навантажень. Так само вимоги застосунків до ємності пам'яті та продуктивності визначають тип обраних модулів та конфігурацію підсистеми пам'яті.

В індустрії пам'яті ми розрізняємо клієнтські (наприклад, для ПК) і серверні класи компонентів і формфактори модулів. До систем клієнтського класу належать настільні комп'ютери та ноутбуки, що використовують стандартну пам'ять без технології ECC у небуферизованих формфакторах DIMM (UDIMM/CUDIMM), SODIMM/CSODIMM і CAMM2. Тим часом, системи серверного класу, зокрема настільні та мобільні робочі станції, використовують модулі пам'яті, які підтримують технології ECC (корекцію помилок).

У пристрої споживчого класу переважно встановлюють пам'ять без буферизації через її простоту та швидкість. Настільні та портативні комп'ютери не призначені для безперервної цілодобової роботи. Зазвичай їх вимикають, коли вони не використовуються. Типи застосунків і робочих навантажень не навантажують компоненти пам'яті в цих системах так важко, як у серверах, що виключає необхідність підтримки технології ECC.

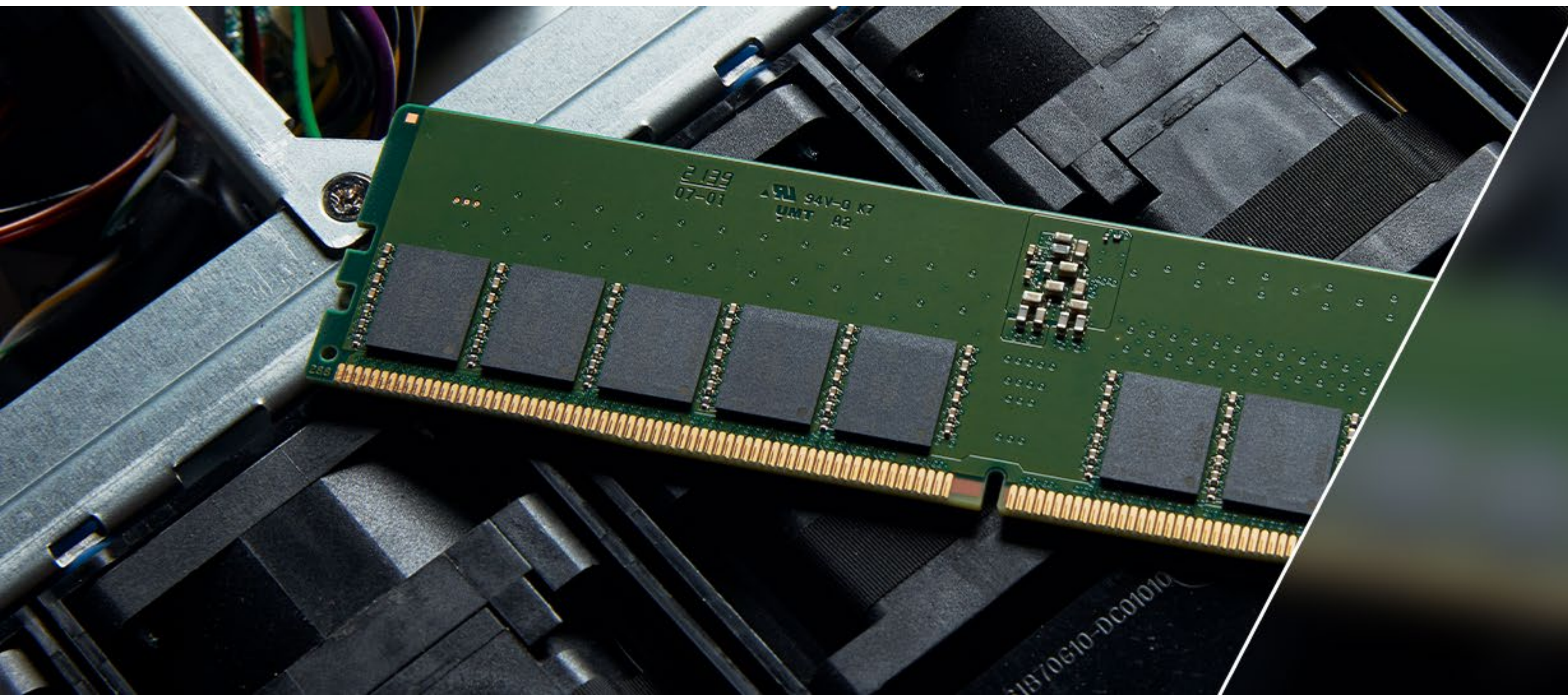
З іншого боку, більш складні системи, зокрема сервери та високопродуктивні робочі станції, призначені для безперервної роботи, виграють від додаткової стабільності та надійності, яку забезпечують модулі ECC Registered (RDIMM) та Load Reduced DIMM (LRDIMM). Модулі класу ECC підтримують корекцію помилок для пошкоджених даних, запобігаючи виходу сервера з ладу або втраті важливої інформації. Ці модулі також побудовані з чіпів пам'яті вищого класу, перевірених на більш жорсткі допуски та менший рівень відмов.

Проблеми із сумісністю пам'яті і міркування щодо її модернізації

Окрім сценаріїв використання, застосунків і робочих навантажень, важливу роль також відіграє репутація бренду. Як правило, компанії з виробництва пам'яті мають менше проблем із сумісністю, якщо вони інвестують в інфраструктуру для тестування, перевіряючи розробки своїх модулів пам'яті спільно з архітекторами чіпсетів (такими як Intel та AMD), а також тестуючи готову пам'ять у співпраці з виробниками материнських плат та систем. Між Intel, AMD, виробниками материнських плат, основними брендами обчислювальних систем і виробниками пам'яті існує потужна екосистема стримувань і балансів. Але не всі виробники пам'яті залучені до цього.

Встановлення несумісної оперативної пам'яті може призвести до того, що ваша система не завантажиться. У разі модернізації чи заміни пам'яті завжди звертайтеся до посібника з експлуатації материнської плати або вебсайту виробника, перш ніж купувати нову пам'ять, а також прийміть до уваги:

- 1. МПідтримка материнською платою:** перевірте, яку саме технологію пам'яті та тип модуля підтримує материнська плата (наприклад, DDR4, DDR5, RDIMM чи UDIMM).
- 2. Швидкість:** переконайтеся, що швидкість відповідає або перевищує швидкість наявної пам'яті, щоб запобігти проблемам із продуктивністю. У межах одного покоління DDR швидкості зазвичай є зворотно сумісними. Отже, придбавши стандартну пам'ять зі швидкістю 3200 MT/c, ви можете безпечно знизити частоту модуля пам'яті та спокійно працювати в системі, яка підтримує швидкість 2666 MT/c.
- 3. Ємність:** встановлюйте модулі однаковими парами або групами, що відповідають архітектурі материнської плати, і завжди пробуйте додавати пам'ять більшої ємності з урахуванням майбутніх потреб.
- 4. Змішування модулів пам'яті:** змішування різних типів пам'яті (ширина шини, щільність чіпів, бренд) у парах чи групах може призвести до нестабільності. Встановлення модулів однаковими парами або групами, що відповідають архітектурі материнської плати, зменшує ймовірність виникнення подібних проблем.
- 5. Корекція помилок:** у разі встановлення модулів ECC без буферизації на клієнтську систему або робочу станцію базового рівня переконайтеся, що материнська плата й модель процесора підтримують функцію ECC.



« Наприклад, модулі RDIMM і LRDIMM у DDR4 пам'яті використовують такий самий ключ (виїмку), що і модулі UDIMM без буферизації. Але модулі RDIMM і LRDIMM не працюватимуть, якщо їх встановити в систему настільного класу. Ширина шини та щільність чіпів пам'яті також можуть впливати на сумісність, оскільки деякі чіпсети не працюватимуть з чіпами з тією чи іншою шириною шини або високою щільністю.

» Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

Проблеми із сумісністю пам'яті і міркування щодо її модернізації

Галузь виробництва пам'яті постійно розвивається — з'являються нові розробки, щоб відповідати потребам наступних поколінь, водночас потреби сучасних і застарілих комп'ютерів також не залишаються без уваги. Тому виробникам модулів пам'яті вкрай важливо підтримувати великий архів комп'ютерних платформ різних поколінь.



Тестування нових компонентів пам'яті на старих системах, яке також називають регресійним тестуванням, є дуже важливим кроком, який деякі виробники модулів пам'яті ігнорують заради скорочення витрат. Це область, де часто виникають проблеми сумісності.

Mike Mohney | Kingston Technology



Підтримка великої бази даних про сумісність з системами також допомагає запобігти майбутнім проблемам. Компанія Kingston є одним із небагатьох виробників модулів пам'яті у світі, хто активно підтримує архів бази даних, що налічує понад 40 000 комп'ютерних систем. Наші інженери можуть більш точно повідомити, які варіанти модернізації пам'яті сумісні з тисячами сучасних і попередніх моделей комп'ютерів, представлених на світовому ринку. Нюанси між чіпсетамі і поколіннями процесорів від Intel і AMD часто залишаються прихованими від користувачів, а в деяких випадках не розголошуються навмисно. Мета Kingston — надати користувачам необхідну технічну інформацію, щоб вони могли вибрати найкращий і найбільш сумісний варіант для свого комп'ютера.



Проблеми із сумісністю можуть бути пов'язані з тим, що компоненти не були перевірені або оптимізовані під чіпсет або BIOS. Серед поширених проблем із сумісністю також можна назвати використання непідтримуваних конфігурацій пам'яті або типів модулів.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe



Подолання складнощів у виробництві

Сумісність може стати серйозною проблемою, якщо її не вирішити належним чином, але це не єдиний виклик. Складність розробки модулів, питання точності складання та контролю якості — усе це додає нові виклики у виробництві пам'яті. І як провідний сторонній виробник модулів пам'яті, компанія Kingston зосереджена на розв'язанні саме цих проблем. Кожна задача має свій спосіб вирішення:

Отже, почнемо з розробки наших рішень пам'яті.

- » **Складність розробки:** Кожен тип модуля пам'яті (DDR4, DDR5, модуль без буферизації, регістровий модуль тощо) має свої унікальні особливості, що додає складності управлінню процесом розробки. Для забезпечення надійності та продуктивності потрібні передові інженерні технології та високоточна інтеграція.
- » **Вирішення:** Щоб розв'язати цю проблему, ми використовуємо спеціалізоване програмне забезпечення для проєктування та суворі протоколи тестування, щоб гарантувати функціонування кожного типу пам'яті без помилок.

Далі ми працюємо з провідними виробниками напівпровідників для пам'яті.

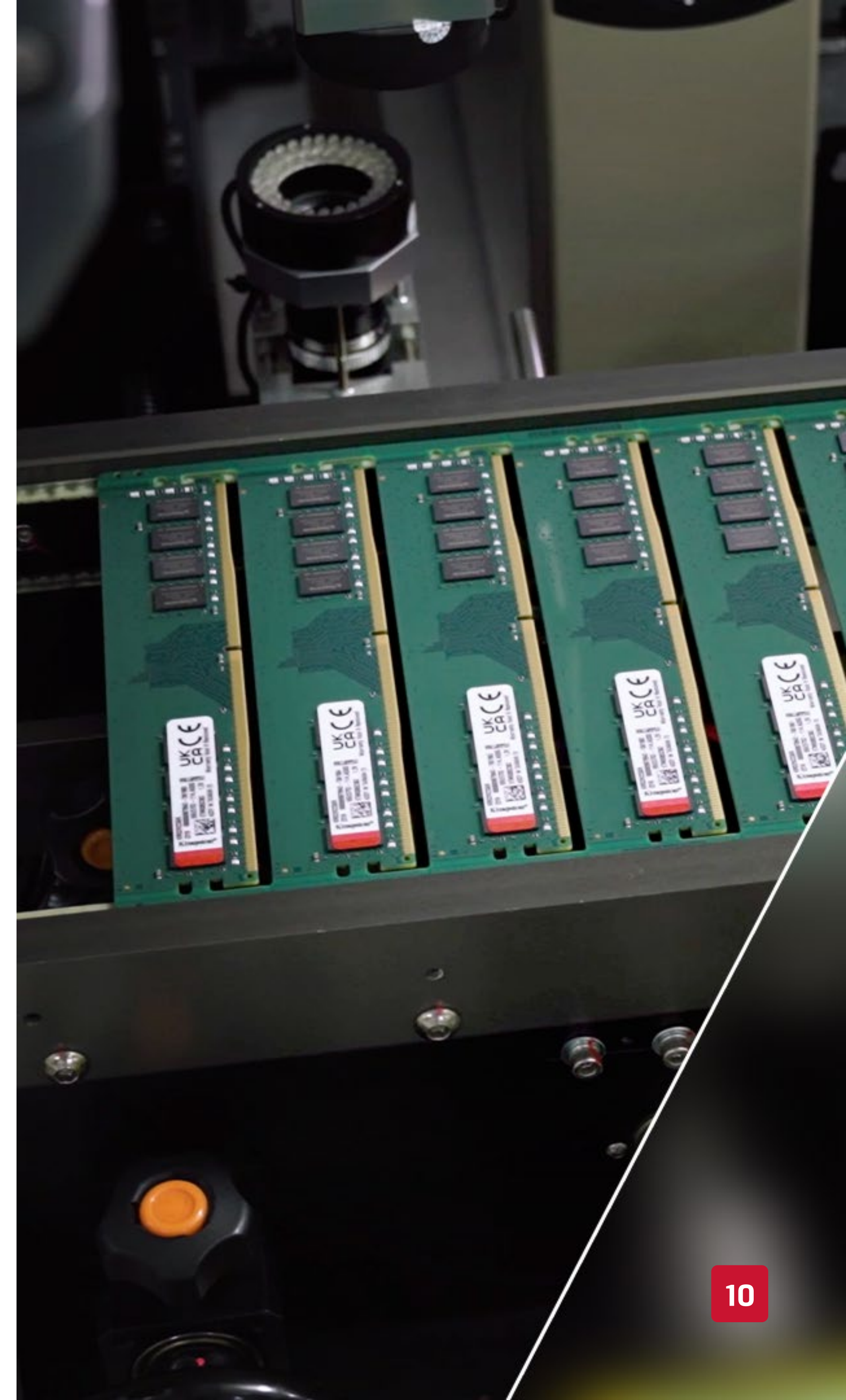
- » **Точність виготовлення:** Кристали пам'яті виготовляються виробниками напівпровідників за нанометровими технологічними процесами, тому навіть незначні відхилення можуть призвести до появи дефектів, що впливають на вихід і продуктивність продукції.
- » **Вирішення:** Kingston працює виключно з напівпровідниками, високий рівень продуктивності та надійності яких може бути гарантований. Такі напівпровідникові компанії використовують найсучасніші технології літографії та чисті

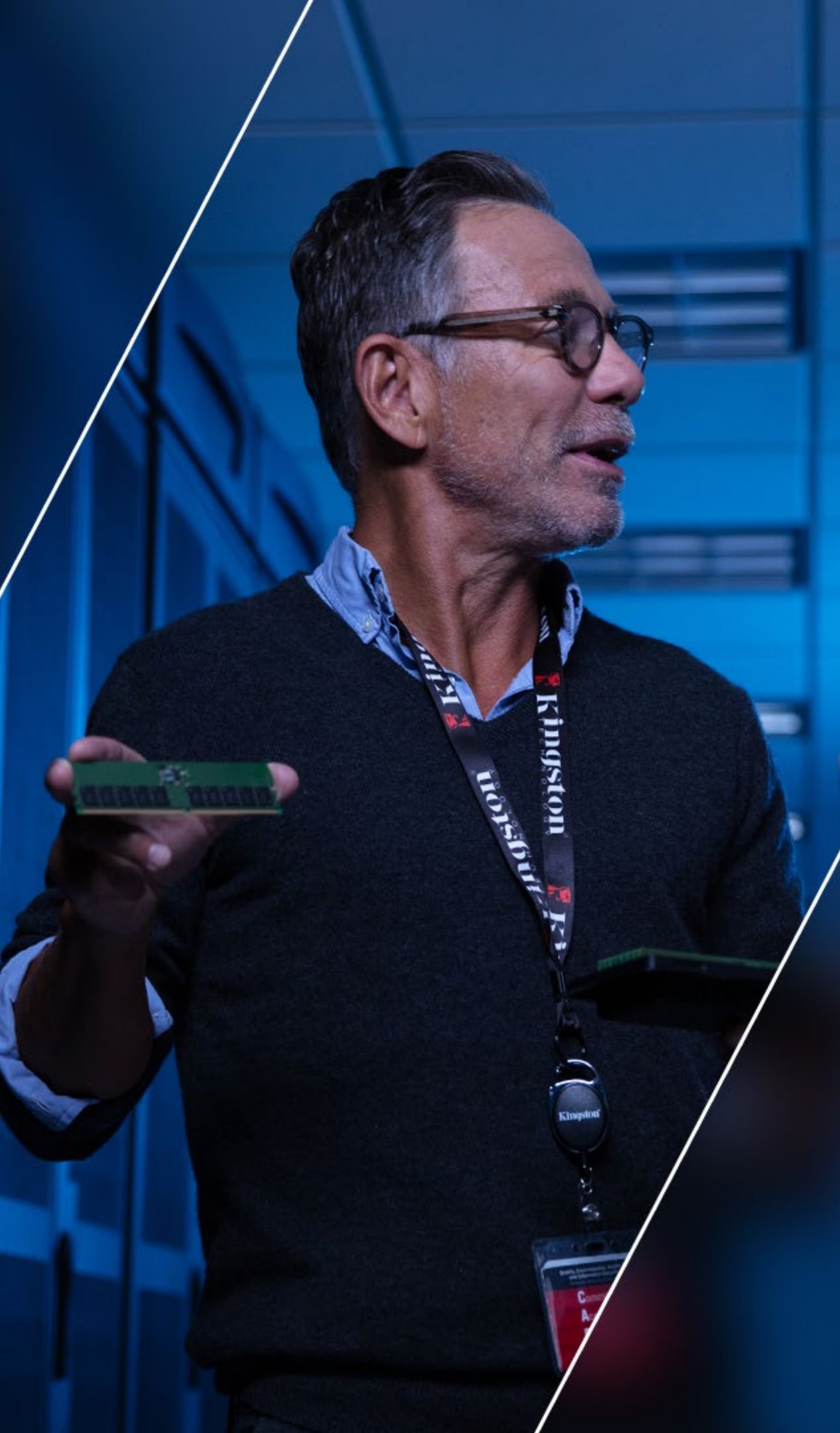
приміщення для мінімізації дефектів, забезпечуючи високу точність і стабільність при виробництві. Якщо виробник не може відповідати цим вимогам, наша компанія з ним не працює.

Далі — як ми збираємо та тестуємо наші модулі пам'яті.

- » **Контроль якості:** Після збирання всі наші модулі пам'яті повинні відповідати суворим стандартам продуктивності та надійності.
- » **Вирішення:** Ретельне тестування в різних умовах, зокрема температурні тестування та стрес-тести, допомагають виявити та виключити несправні модулі, завдяки чому на ринок потрапляє лише надійна пам'ять.

Використовуючи передові технології та суворий контроль якості, компанія Kingston виробляє високопродуктивні та надійні модулі пам'яті, призначені для різноманітних обчислювальних потреб. Ми робимо ще один крок у цьому напрямку, тісно співпрацюючи з Intel і AMD, щоб отримувати еталонні платформи, які допомагають нам розробляти нові технології пам'яті, а також удосконалювати наше тестове устаткування. Ми постійно оновлюємо як апаратне, так і програмне забезпечення для наших виробничих середовищ, щоб підтримувати нові швидкості та ємності пам'яті, а також покращувати якість модулів.





Розвиток DRAM: Вплив ринкових тенденцій

Коли йдеться про розробку та впровадження різних типів пам'яті, значну роль відіграють ринкові тенденції, обумовлені появою нових технологій і поведінкою споживачів. Продуктивність, ефективність і масштабованість — це ключові фактори, які впливають як на розробку, так і на подальше впровадження.

Озираючись назад, можна сказати, що за останні кілька десятиліть вимоги до обчислень і робочих навантажень суттєво впливали на типи пам'яті у розробці. У середині 2000-х років індустрія пам'яті почала пропонувати технології, здатні заощадити загальне енергоспоживання як в мобільних пристроях, так і в центрах обробки даних. У середині 2010-х років віртуалізація стимулювала попит на модулі більшої ємності. В той же час зниження продуктивності з модулями великої ємності через обмеження чипсетів зрештою призвело до розробки модулів зі зниженим навантаженням LRDIMM для поколінь DDR3 і DDR4.

Сьогодні такі напрямки, як штучний інтелект, геймінг і аналітика великих даних, продовжують розвиватися, все частіше вимагаючи застосування високошвидкісної пам'яті великої ємності. Це стимулює розробку сучасних типів модулів пам'яті, таких, як DIMM з мультиплексованими ренками (MRDIMM), щоб задовольнити потреби щодо продуктивності. Попит на більш тонкі та легкі пристрої також вплинув на впровадження компактних і ефективних модулів пам'яті, таких, як SDRAM, які пропонують виробникам недорогі модульні рішення для заміни пам'яті, припаяної до материнської плати, або кількох модулів SODIMM, які фізично не поміщаються в тонкі ультрабуки або планшети.

Можливість розширити ємність модуля пам'яті, обмеженого традиційним слотом DIMM, є ще одним напрямком, що стрімко розвивається.



Вимоги ШІ до продуктивності — це один ключовий фактор, що стимулює розробку масштабованої, високопродуктивної пам'яті великої ємності, як MRDIMM, яка усуває вузькі місця в продуктивності пам'яті великої ємності.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe



Це лише кілька прикладів того, як індустрія пам'яті адаптується до ринкових тенденцій, демонструючи, що наша екосистема та організація зі стандартизації пам'яті завжди готові вирішувати проблеми, пов'язані з потребами завтрашнього дня.



Інвестування в інфраструктуру та масштабування для підтримки технологій пам'яті наступного покоління тривають. Швидкість пам'яті зростає щороку, тому доступність платформ наступного покоління задовго до випуску є критично важливою для нарощування виробництва, щоб підтримувати глобальний попит, коли нові системи з'являться на ринку.

Mike Mohney | Kingston Technology



UDIMM
CUDIMM
SODIMM
CSODIMM
CAMM2
RDIMM
LRDIMM



«

Усі ці досягнення, такі, як CAMM2, CUDIMM і CXL, свідчать про яскраве майбутнє, в якому технології пам'яті стануть рушійною силою швидших, ефективніших і гнучкіших обчислювальних систем у різних галузях і сценаріях використання.

Geoffrey Petit | Kingston Technology Europe

»

Майбутнє технологій DRAM

У майбутньому індустрія пам'яті продовжуватиме адаптуватися відповідно до потреб ринку. Майбутні розробки орієнтовані на підвищення швидкості, зниження енергоспоживання та збільшення щільності пам'яті, щоб задовольнити вимоги сучасних застосунків, таких, як штучний інтелект, великі дані та хмарні обчислення. Крім того, складнощі, пов'язані з сучасними технологіями пам'яті та формфакторами, вже впливають на специфікацію DDR наступного покоління, DDR6, яка розробляється спільно з JEDEC. DDR6, розробка якої має бути завершена до 2027 року, ймовірно, буде орієнтована на підвищення продуктивності зі значним лінійним збільшенням швидкості передачі даних порівняно з DDR5, та ширшою шиною даних.

До цього часу швидкість DDR5 продовжуватиме зростати та використовуватиметься в нових формфакторах. Зокрема це стосується CAMM2, який, за прогнозами, стане домінуючим модульним рішенням для мобільних пристроїв і систем малого формфактора впродовж найближчих двох років. Тонкопрофільний модуль CAMM2 може ефективно замінити два модулі SODIMM у традиційних ноутбуках. Використання модульного рішення замість дискретних чипів пам'яті, розпаяних безпосередньо на материнській платі, заощадить виробникам значні кошти. Деякі виробники

материнських плат навіть продемонстрували, що CAMM2 можна використовувати і в традиційних настільних ПК. Як затверджений постачальник оригінального дизайну CAMM для Dell, Kingston має всі можливості для підтримки революційного рішення CAMM2, оскільки вже створила інфраструктуру та інвестувала кошти для виробництва та тестування цього нового формфактора. Слідкуйте за новинами на сайті Kingston, щоб дізнатися про наші рішення CAMM2, випуск яких заплановано на першу половину 2025 року.

CUDIMM — це ще один новий тип небуферизованих DIMM модулів DDR5 пам'яті, в які, починаючи із швидкості 6400 MT/c, інтегрований тактовий драйвер. Цей компонент розподіляє тактовий сигнал від процесора по чіпах на модулі, підвищуючи цілісність сигналу та знижуючи кількість помилок через шум і джитер, які стають серйозною проблемою на вищих швидкостях.

Крім того, існує технологія Compute Express Link, або скорочено CXL. Це ще одна нова категорія пам'яті, яка перебуває на ранній стадії розвитку. CXL являє собою відкритий стандартний протокол, який працює на шині PCI Express, подібно до NVMe. Головна мета продуктів CXL — створення розширювачів пам'яті, які використовують DRAM (DDR4, DDR5, HBM) у різних формфакторах, щоб збільшити ємність пам'яті та розширити пул пам'яті для серверів.

Підсумки

Розробники пам'яті намагаються не відставати від швидких темпів розвитку ШІ. Пам'ять DDR SDRAM з її великою ємністю та швидкою передачею даних до процесорів продовжує розвиватися. Вирішуючи ключові проблеми із сумісністю та складнощі у виробництві інвестиціями і суворим контролем якості, виробники можуть виготовляти надійну, високопродуктивну пам'ять для різноманітних обчислювальних потреб. Щоб задовольнити конкретні вимоги вашого середовища, експерти Kingston готові підтримати вас і допомогти розібратися в складнощах еволюції чипсетів, поколінь процесорів і оптимізованих конфігурацій пам'яті.

Побудовано на відданості

Від великих даних до пристроїв Інтернету речей, включно з ноутбуками, персональними комп'ютерами та носимими технологіями, компанія Kingston Technology прагне завжди надавати високоякісні рішення, послуги та підтримку. Нам довіряють провідні виробники ПК і світові хмарні провайдери, тому ми дуже цінуємо наші довгострокові партнерські відносини, які допомагають нам розвиватися та впроваджувати інновації. Ми гарантуємо, що кожне рішення відповідає найвищим стандартам, надаючи пріоритет якості та обслуговуванню клієнтів. На кожному кроці ми прислухаємося, вчимося та взаємодіємо з нашими клієнтами й партнерами, щоб надавати рішення, які несуть довготривалу користь.

ЦЕЙ ДОКУМЕНТ МОЖЕ БУТИ ЗМІНЕНО БЕЗ ПОПЕРЕДЖЕННЯ. ©2024 Kingston Technology Corporation
17600 Newhope Street, Fountain Valley, CA 92708 USA. Усі торгові марки та зареєстровані торгові марки є власністю їх відповідних власників.



Kingston[®]
TECHNOLOGY
BUILT ON COMMITMENT

ПОБУДОВАНО НА ВІДДАНОСТІ

