FUJITSU

shaping tomorrow with you

FRAM-高性能存储器，是优化车载电子系统的最佳存储解决方案

-新能源汽车和自动驾驶技术中的应用-

Apr.2019

Product Management Department

Fujitsu Electronics(Shanghai) Co.,Ltd

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

议程

- 非易失性存储器FRAM在新能源车技术中的应用
- 非易失性存储器FRAM在自动驾驶中技术的应用
- 非易失性存储器FRAM的特点

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

议程

- 非易失性存储器FRAM在新能源车技术中的应用
- 非易失性存储器FRAM在自动驾驶中技术的应用
- 非易失性存储器FRAM的特点

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

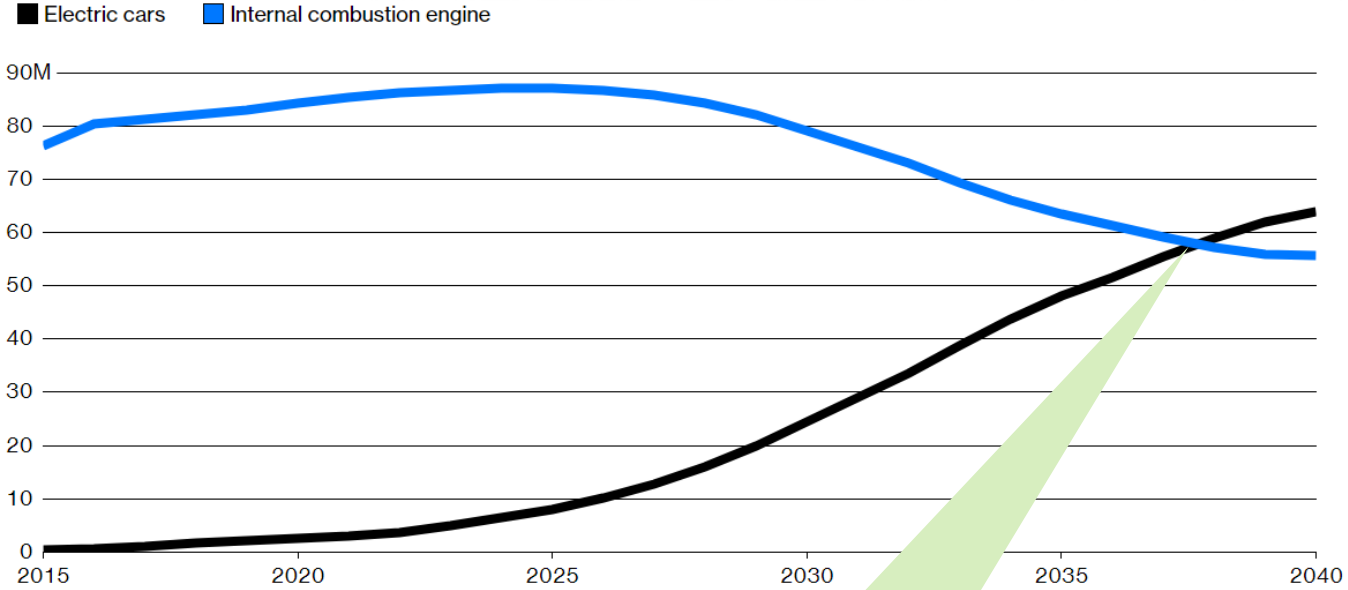
未来汽车市场的主流：新能源汽车

FUJITSU

- 主要国家的新能源汽车政策
  - 2016年10月13日，德国联邦议会通过决议，2030年开始禁止燃油汽车销售。
  - 2016年12月1日，美国政府发表了关于 ‘’ 加快普及电动汽车 ‘’ 计划的声明。
  - 2017年6月4日，印度政府宣布2030年开始只销售新能源汽车。
  - 2017年7月7日，法国政府宣布2040年开始禁止销售燃油汽车。
  - 2017年7月26日，英国政府宣布2040年开始禁止销售燃油汽车。
  - 2018年7月24日，日本政府宣布2050年开始禁止销售燃油汽车。
- 主要汽车制造商的新能源汽车计划
  - 2016年6月17日，德国大众Volkswagen汽车表示，在未来10年推出30款以上纯电池驱动的电动汽车。
  - 2017年7月7日，沃尔沃Volvo表示，2019年开始将只推出出电动或混合动力汽车。
  - 2017年8月4日，丰田Toyota与马自达Mazda发表资本合作计划，共同开发电动汽车。

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

未来汽车市场的主流：新能源汽车

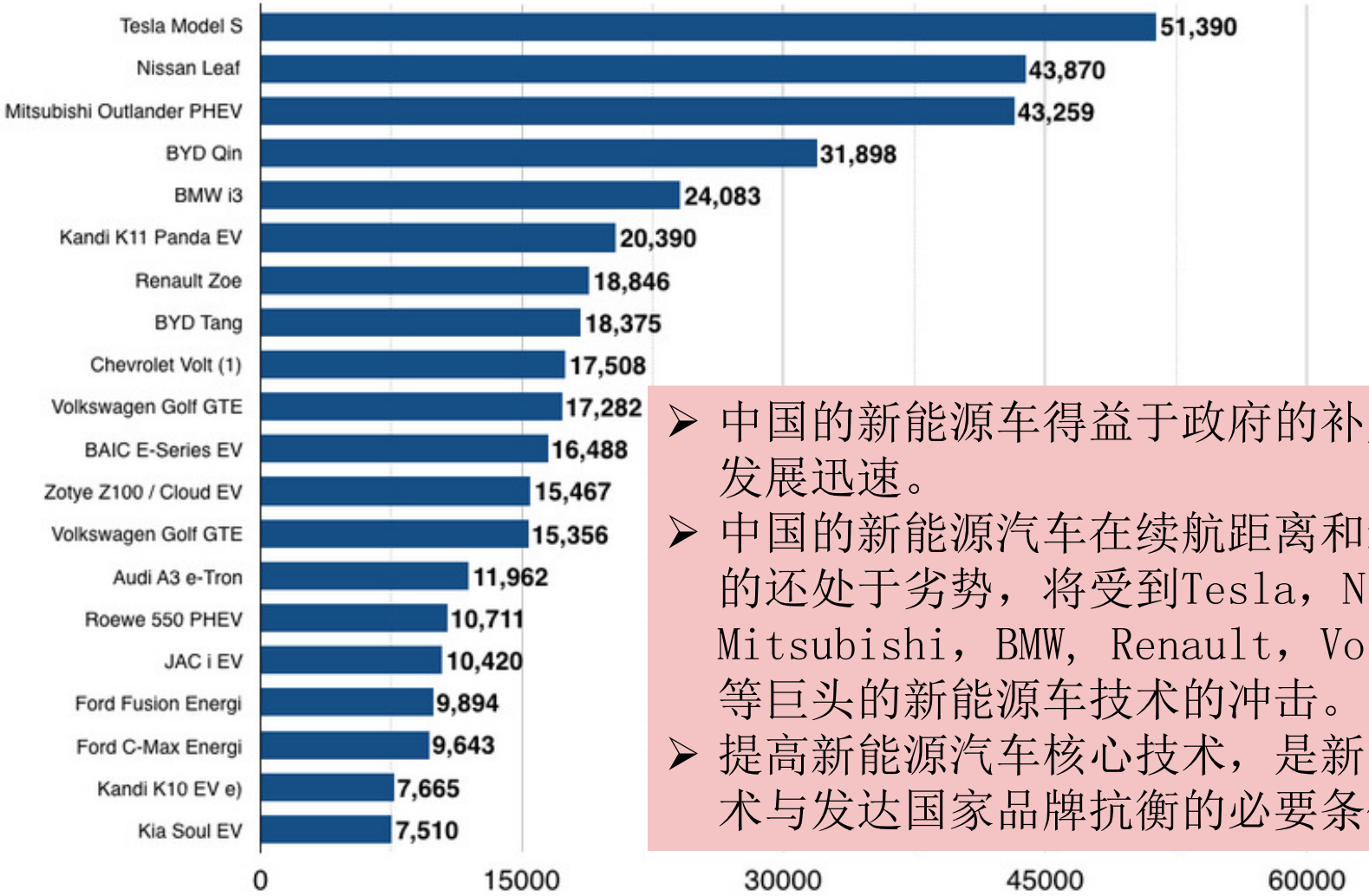


Source: Bloomberg New Energy Finance

2038年后，新能源汽车将替代燃油汽车将成为主流

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

2015年新能源车销量统计：TOP20中8个是中国牌号



2015 EV・PHEV 全世界年間販売台数ランキング

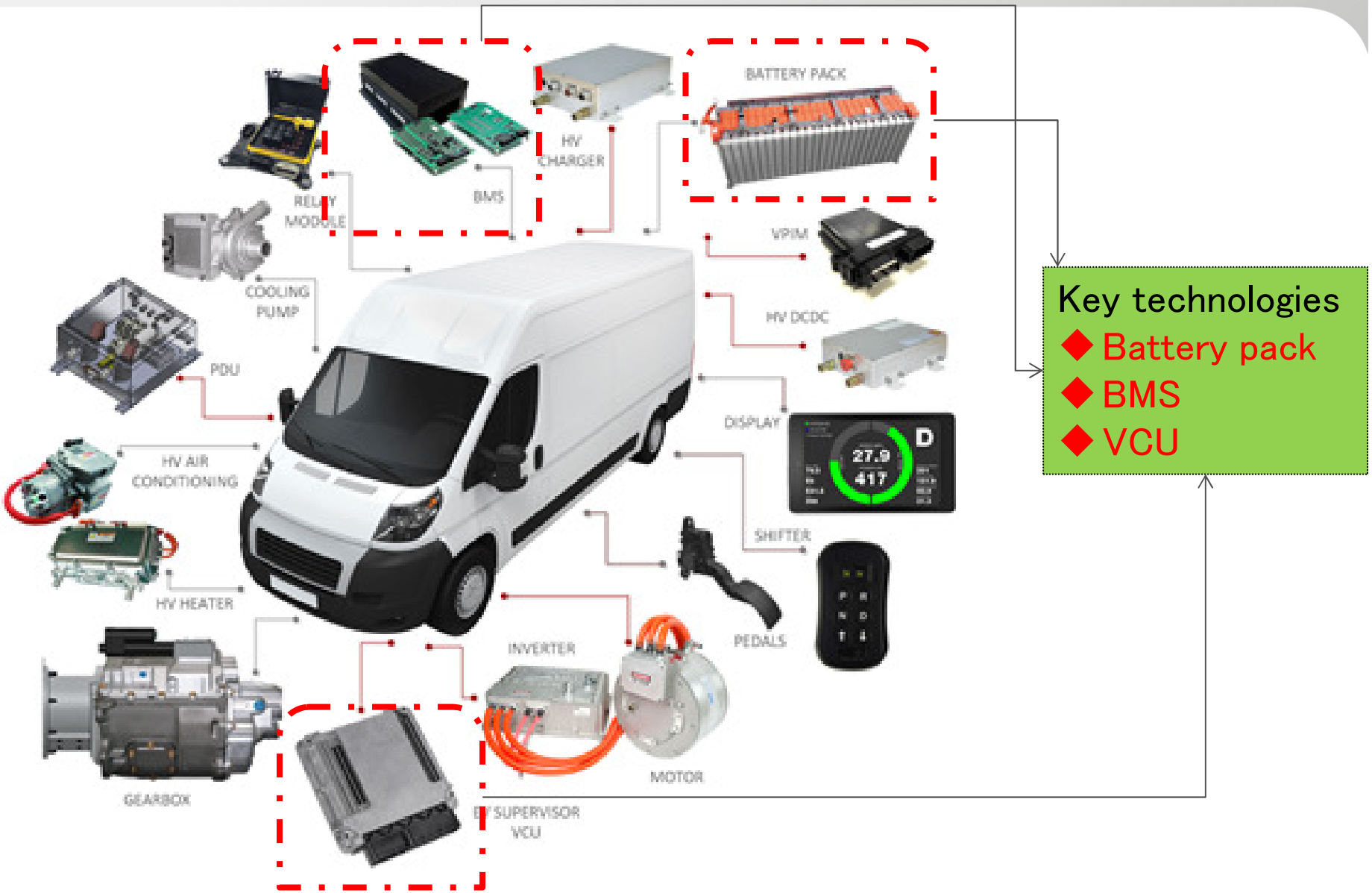
©2016 HYOGO MITSUBISHI MOTOR SALES GROUP

- 中国的新能源车得益于政府的补贴政策，发展迅速。
- 中国的新能源汽车在续航距离和最高时速的还处于劣势，将受到Tesla，Nissan，Mitsubishi，BMW，Renault，Volkswagen等巨头的新能源车技术的冲击。
- 提高新能源汽车核心技术，是新能源车技术与发达国家品牌抗衡的必要条件。

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

新能源的核心技术:Battery pack, BMS,VCU

FUJITSU

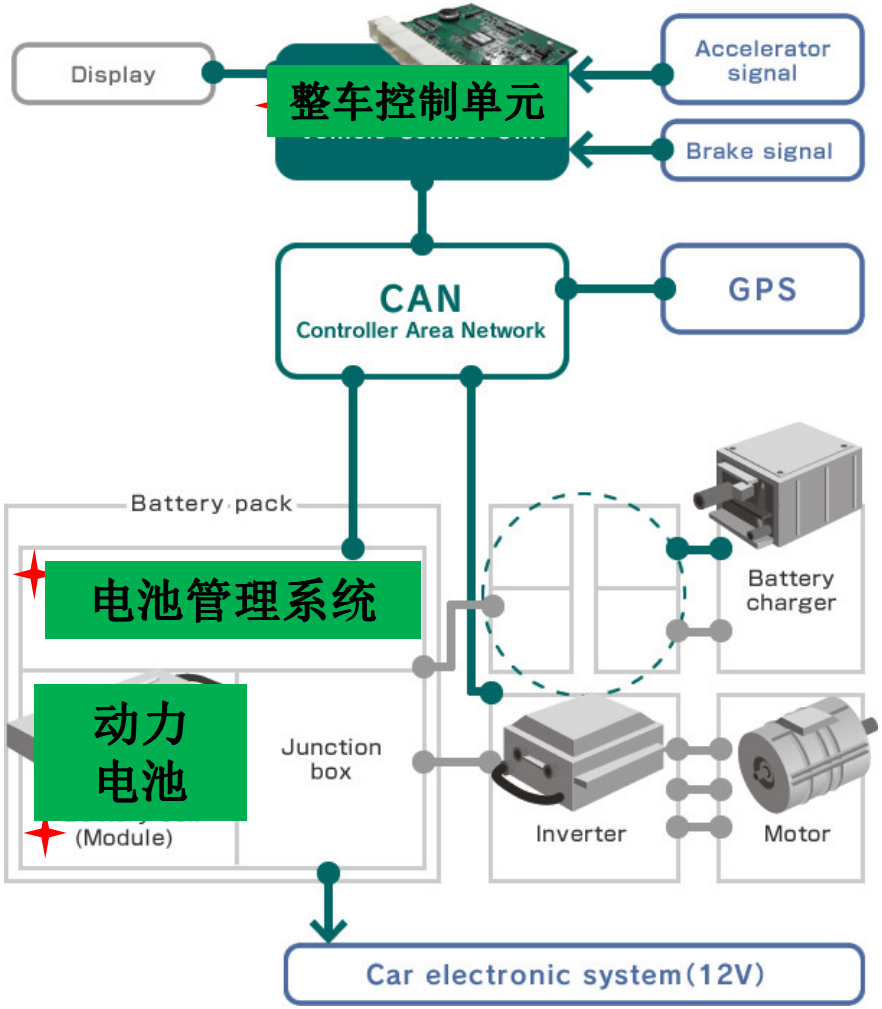


Key technologies

- Battery pack
- BMS
- VCU

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

FRAM：优化EV电子系统的理想存储技术



- 1. Battery Pack:是新能源车的心脏,它的寿命和续航里程直接决定汽车的性能。
- 2. BMS:**实时**监控电池使用状态，通过必要措施缓解电池组的不一致性，为新能源车的使用**安全**提供保障，并延长动力电池的使用**寿命**。
- 3. VCU：主要功能是解析驾驶员需求，**实时**监控汽车行驶状态，协调控制单元如BMS、MCU、EMS、TCU 等的工作，实现整车驱动控制、能量回收控制、附件控制和故障诊断等功能。

这些子系统(BMS,VCU等)都需要**实时**和**连续**地对当前状态信息进行监控、记录、分析处理。因此需要提高存储器性能和耐久性设计。

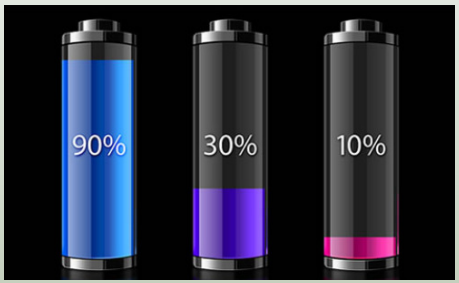
高性能（非易失性・高速・高读写耐久性的车载级存储器）FRAM可以满足系统要求的可靠性和无迟延的要求。

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

Battery Management System电池管理系统

FUJITSU

BMS



Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

BMS的主要信息数据

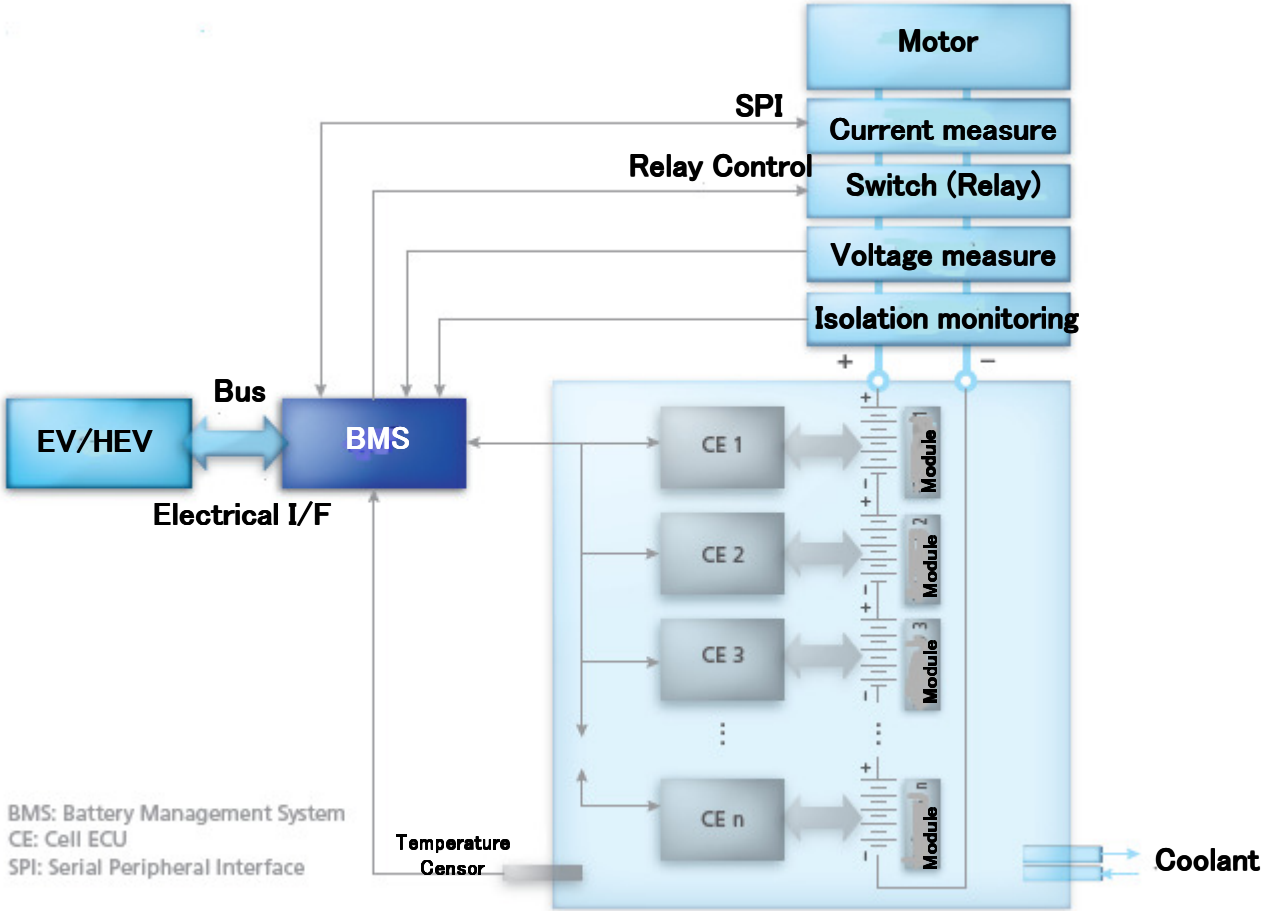
FUJITSU

BMS
(Battery Management System)

- 保护功能/Protection
- 均衡管理/Cell Balance Management
- 健康状态/SOH:Sate of Health
- 电量计量/SOC:State of Charge
- 后备态管理/SOB:State of Back-up
- 内置充电管理/Charge management
- 实时通信/communication
- 电压，温度检测/Voltage&Temperature Measurement
- 故障数据存储/failure Data Storage

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

BMS系统构成



- ECU采集每块电池单元的故障信息，温度及电压信息和其它子系统的电能请求，并指导均衡器保持每个电池单元均衡充电.
- 电量少的电池单元需要经常充电，而电量较多的电池则满足更多的电能请求。这个均衡控制大大有助于延长动力电池组的总使用寿命.

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

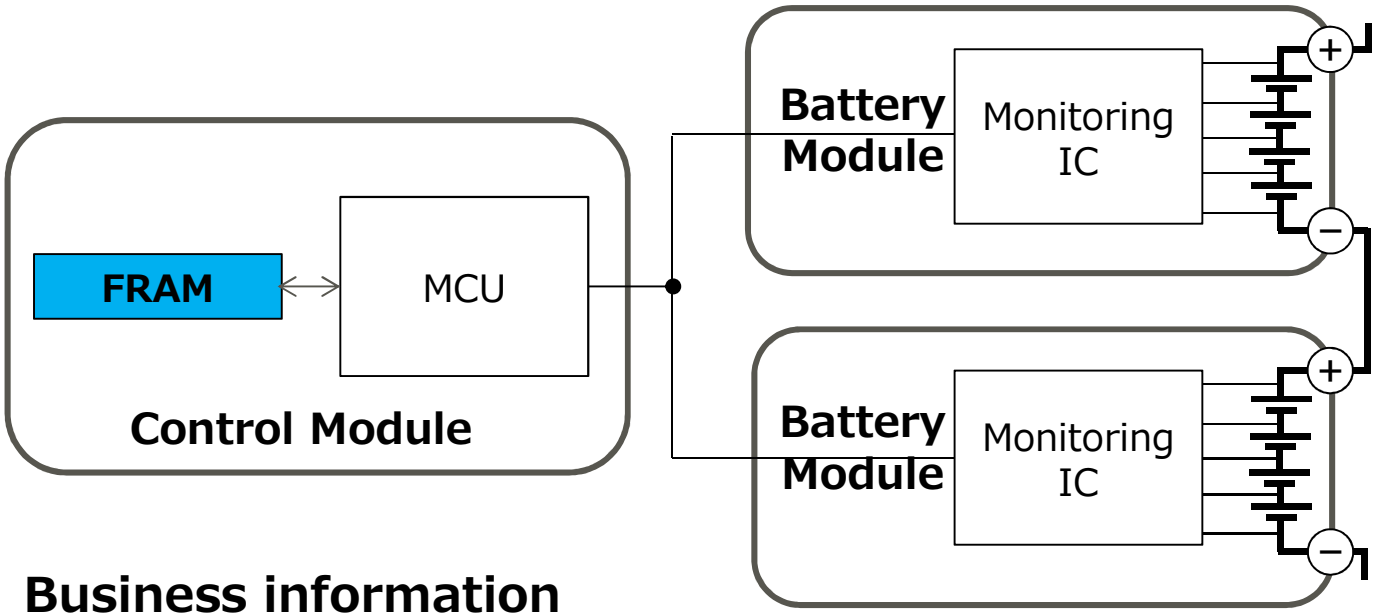
FRAM在电池管理系统BMS应用

FUJITSU

Why FRAM?-高烧写耐久性，高速写入操作

- 系统每0.1或1秒，实时和连续地存储重要数据（故障信息, SOH和SOC等）。
- 系统需要监控短期（最后几个充电周期，60次/秒）和长期（整个电池寿命）电池性能。

Diagram block



Business information

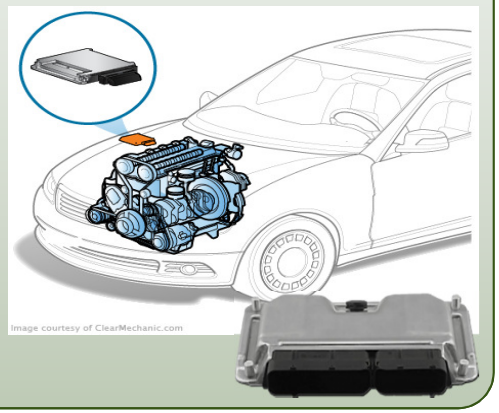
- **一些客户已经开始使用3V SPI 128Kbit,256Kbit,2Mbit 和 5V SPI 64Kbit的FRAM。**
- 中国政府计划在2020年以前普及新能源汽车到500万辆。
- 主要国家(法国，印度，挪威和丹麦陆续发表减少燃油汽车，大力发展新能源汽车。

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

VCU新能源车整车控制单元

FUJITSU

(Vehicle Control Unit)



About VCU

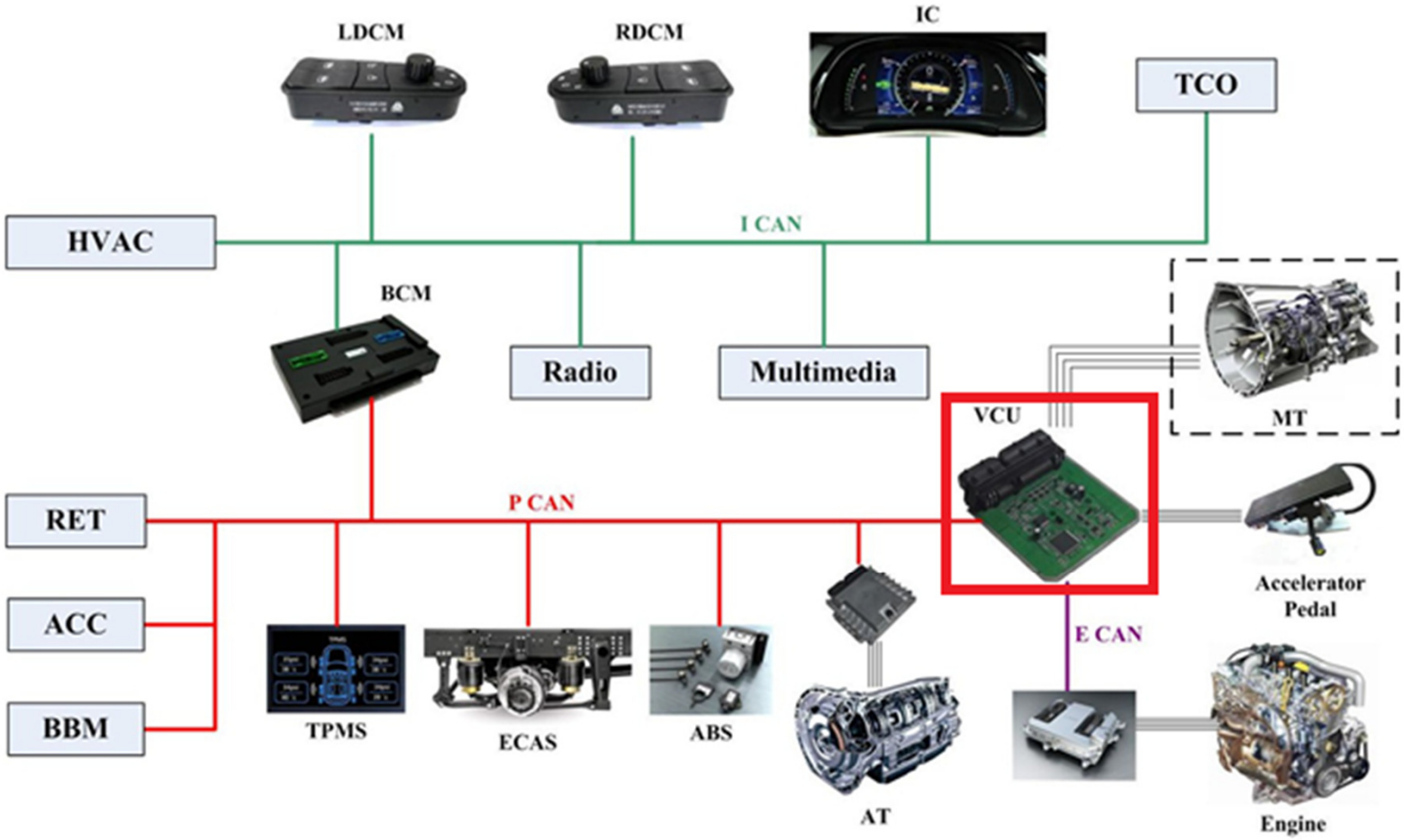
VCU is the core controller for the electric and hybrid vehicles.
VCU receives the driver input signals, like pedal inputs, vehicle speed signals, and other inputs, manages the system energy, commands the driver demanded torque, coordinates the motor, battery pack, as well as the conventional powertrain in case of hybrid vehicles, and determines the overall vehicle drivability.
VCU is the master of the vehicle control network, or CAN bus based vehicle control network.

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

What is VCU?

FUJITSU

- 整车控制器是整个新能源汽车的核心控制部件，主要功能是解析驾驶员需求，监控汽车行驶状态，协调控制单元如BMS、MCU、EMS、TCU 等的工作，实现整车驱动控制、能量回收控制、附件控制和故障诊断等功能.

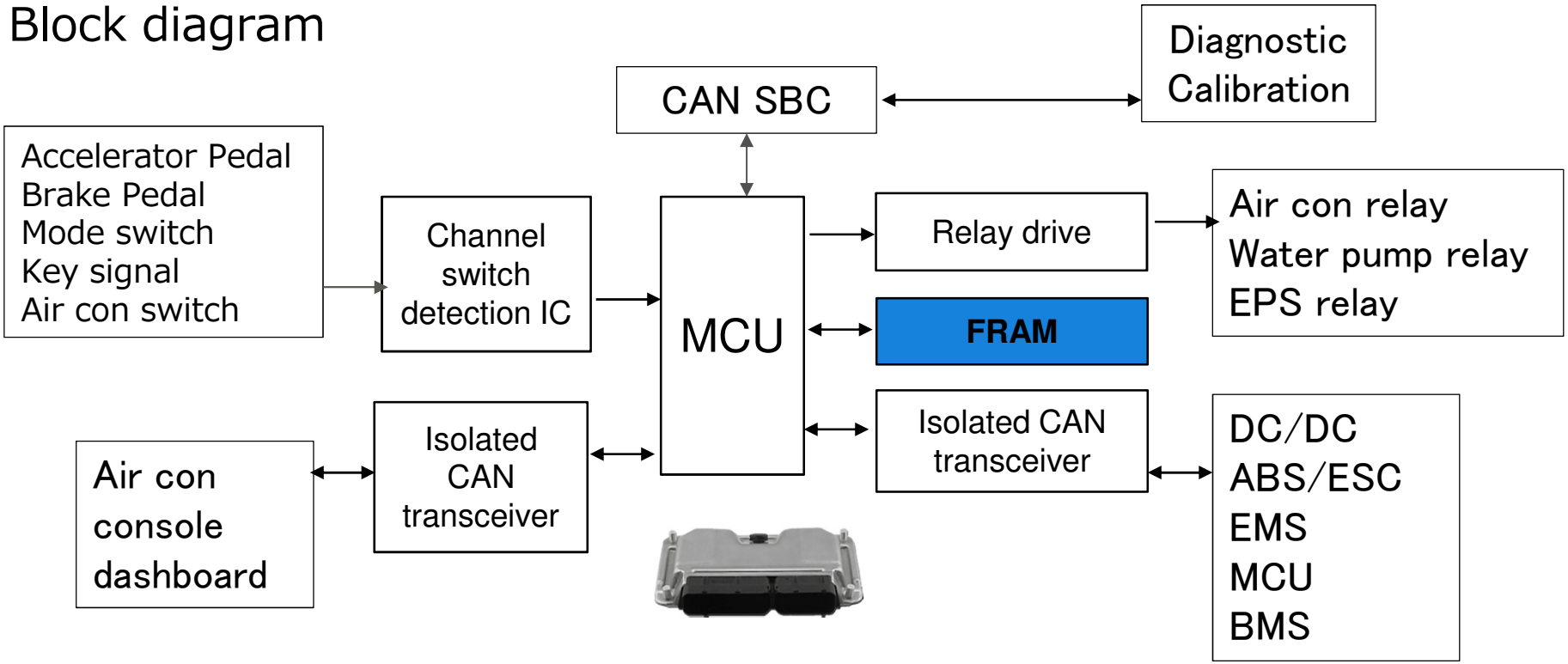


Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

FRAM在整车控制单元VCU中的应用

FUJITSU

- Why FRAM?-**高烧写耐久性，告诉写入操作**
  - 系统需要以每秒一次的频率去实时记录汽车行驶的当前状态和发生故障时的变速器挡位，加速状况，刹车和输出扭矩等信息。
- Block diagram



- Business information
  - **中国的新能源汽车和低速代步车开始使用64Kbit SPI FRAM.**

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

T-BOX/TCU

T-BOX(Telematics –BOX)
TCU(Telematics-Control Unit)

车载T-BOX，车联网系统包含四部分，主机、车载T-BOX、手机APP及后台系统。主机主要用于的影音娱乐，以及车辆信息显示；车载T-BOX主要用于和后台系统/手机APP通信，实现手机APP的车辆信息显示与控制

Internet of Vehicles includes four parts, host, car T-BOX, mobile phone APP and background system. Host is mainly used for infotainment as well as vehicle information display; car T-BOX is mainly used to communicate with server and mobile phone APP, to achieve the mobile APP vehicle information display and control.

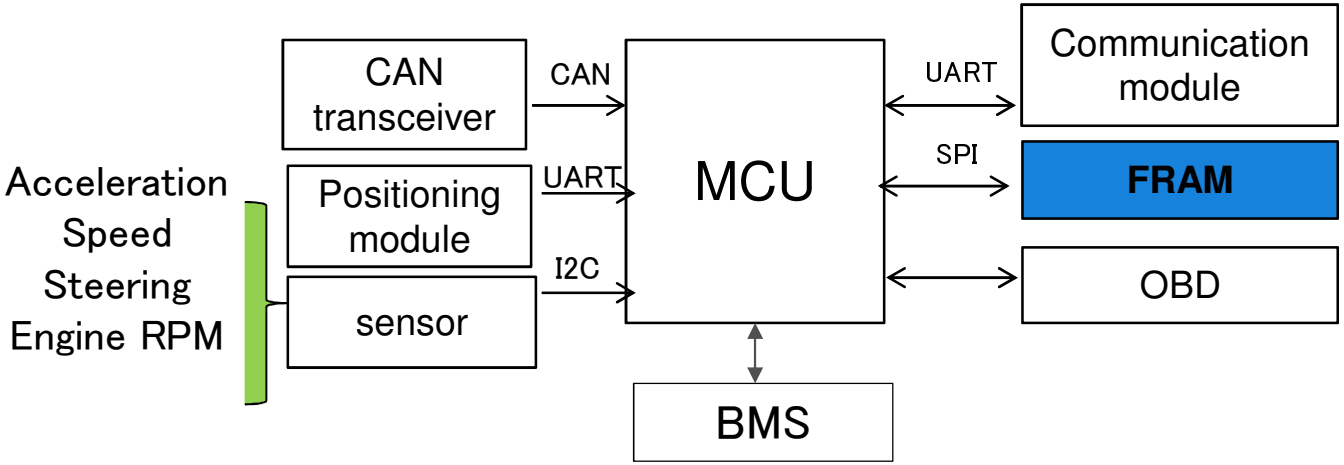
T-BOX is used in not only New Energy Vehicle but also in gasoline vehicle.

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

FRAM在T(Telematics)-BOX中的应用

FUJITSU

- **Why FRAM?–高读写耐久性，高速写入操作**
  - ✓ 系统需要1次/0.2秒的速度，连续记录CAN通信数据。
  - ✓ 系统需要1次/秒的速度，连续地记录位置数据。
  - ✓ 系统要求记录在发生事故前的10秒内，每秒的行驶数据(刹车，发动机转速等)。
  - ✓ 上述数据1次/10秒的频率转送到从 FRAM转送到Flash里。
- **Diagram block**



- **Business information**
  - ➢ **一些中国的客户已经采用4Kbit 到256Kbit的FRAM。**
  - ➢ 中国政府规定新能源车需要装配有 T-BOX。
  - ➢ 欧洲议会也规定从2018年4月后，所有汽车需装配eCall。

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

议程

- 非易失性存储器FRAM在新能源车技术中的应用
- 非易失性存储器FRAM在自动驾驶中技术的应用
- 非易失性存储器FRAM的特点

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

自动驾驶的核心技术与高性能存储器要求

FUJITSU

环境传感器&摄像

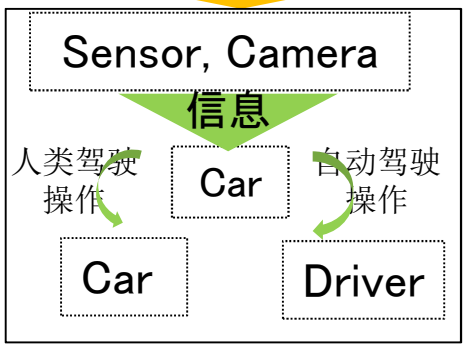
Driving Intelligence

车联网通信技术

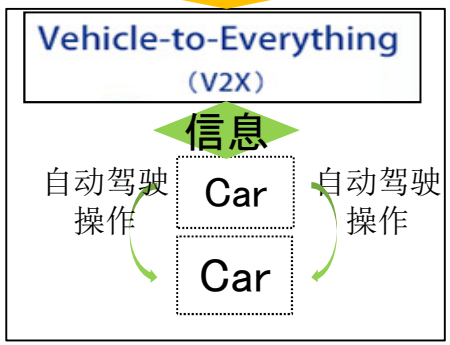
Connected Intelligence

人工智能决策平台

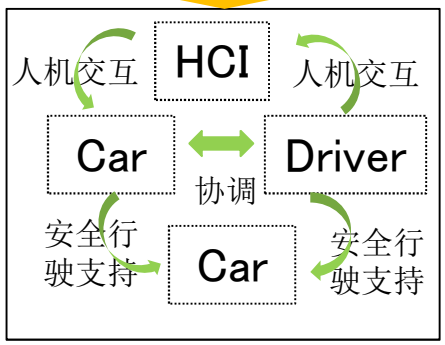
Interactive Intelligence



Ex.Radar.Sonar.LiDAR



Ex.T-BOX,GPS,CAN



Ex.Infotainment,eCall

所有子系统（传感器，摄像机，CAN通信，GPS 等）需要**实时和持续**地存储当前状态信息，并进行分析和处理。因此需要提高存储器的**无迟延**性能和**耐久性**设计。

高性能的**FRAM**可以满足自动驾驶所要求的可靠性和无迟延的要求。

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

Roadmap of autonomous driving level

FUJITSU

Level of Automation

100%

0%

Level 5 完全自动化/Full Driving Automation
加速，方向盘，制动全部由无人驾驶系统来完成操作。人类驾驶者在可能的情况下接管。在所有的道路和环境条件下驾驶。

Level 4 高度自动化/High Driving Automation
加速，方向盘，制动全部由无人驾驶系统来完成操作，人类驾驶者不一定要对所有的系统请求做出应答，限定道路和环境条件等。

Level 3 有条件自动化 / Conditioned Driving Automation
加速，方向盘，制动全部由无人驾驶系统完成操作。根据系统请求，人类驾驶者提供适当应答。

Level 2 部分自动化 / Partial Driving Automation
加速，方向盘，制动中的多项操作由驾驶环境提供驾驶支援，其他由人类驾驶者进行操作

Level1 驾驶支援 / Driver Assistance
加速，方向盘，制动中的一项操作由驾驶环境提供驾驶支援，其他操作由人类驾驶者来完成

Level 0 无自动化 / No Automation
加速，方向盘，制动全由人类驾驶者全权操作

ADAS
Advanced Driver Assistance System

Today 2018 2021 2025

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

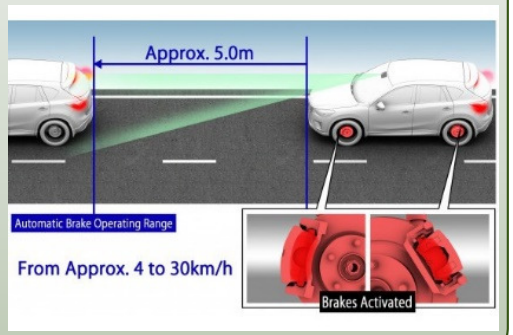
ADAS自动驾驶辅助系统

FUJITSU

ACC/自适应巡航控制
(Adaptive Cruise Control)

LDW/车道检测警告系统
(Lane Departure Warning)
LKS/车道保持辅助系统
(Lane Keeping Assit)

AEB/自动紧急刹车系统
(Autonomous Emergency Brake)



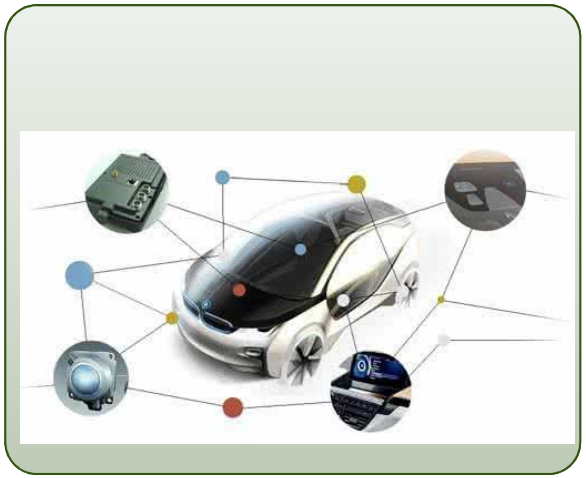
ADAS(The Automatic Drive Assistance System)is a collection of safety systems designed to prevent the driver of a vehicle from getting into a accident. These system include AEB,LDW and ACC,which need to be able to log real-time data and store it

ADAS是一个安全系统集，包括AEB/LDW/ACC,用于支持安全行驶，避免发生车祸。**这些系统必须能够实时记录并存储当前数据。**

高性能**FRAM**可以满足自动驾驶所要求的**可靠性**和**无迟延**的要求。

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

Sensor/Camera传感器/摄像



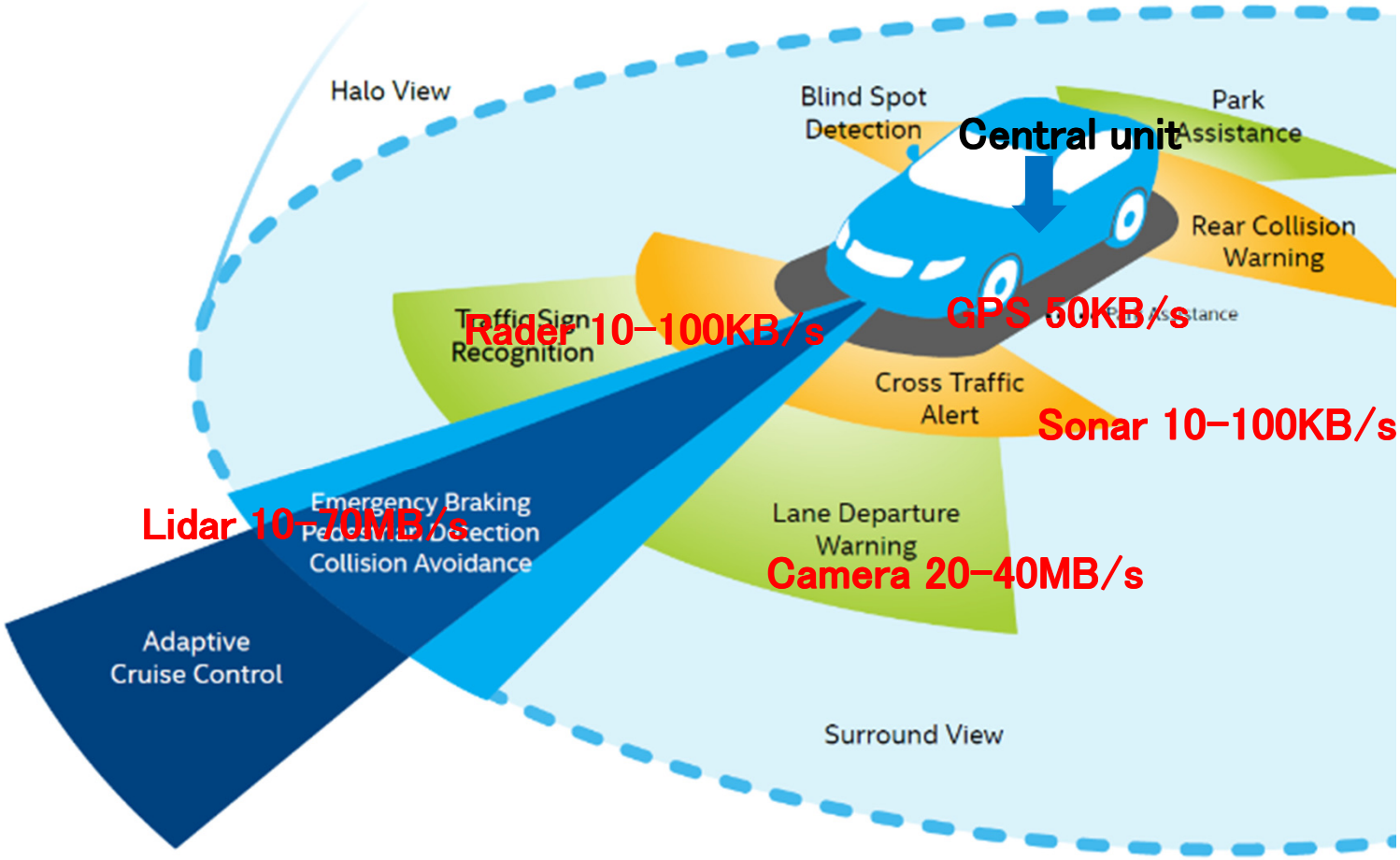
Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

ADAS (Autonomous car)

FUJITSU

中央处理单元处理数据速度：1GB/s.

提高数据处理的方法之一：把大量传感器的数据在传输到中央处理前，进行处理.



Cars will sense and connect with many things for 360° awareness.

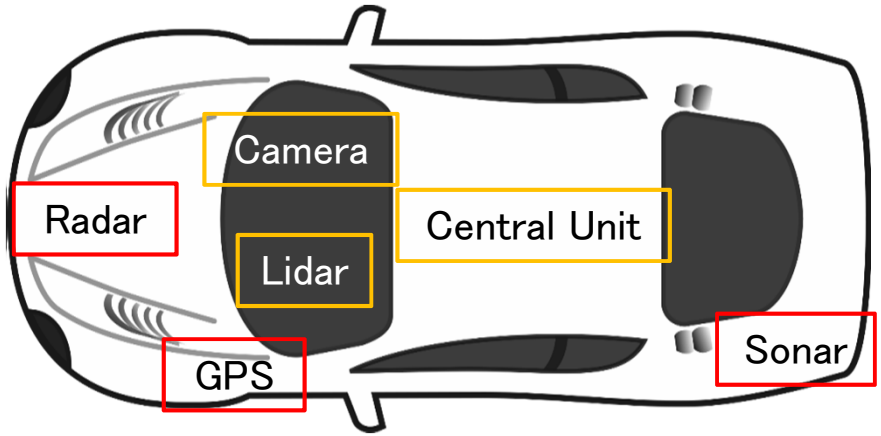
source：Intel

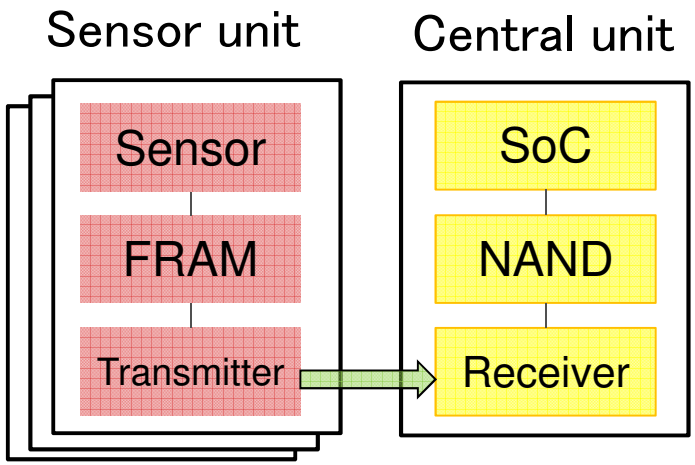
Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

FRAM在ADAS（自动驾驶辅助系统）中的应用

FUJITSU

■ Where is FRAM needed?





应用	Requirement Spec	FRAM Spec (33Mbps = 4MB/s)
Radar	10-100KB/s	Perfect matching
Sonar	10-100KB/s	Perfect matching
GPS	50KB/s	Perfect matching

为提高中央处理单元的数据处理效率，所有传感器的数据在输送到中央处理器之前，需要用**高速**和**高耐久性**的memory作为buffer memory对采集到的传感器数据进行缓冲处理。高性能FRAM是理想的存储选择。

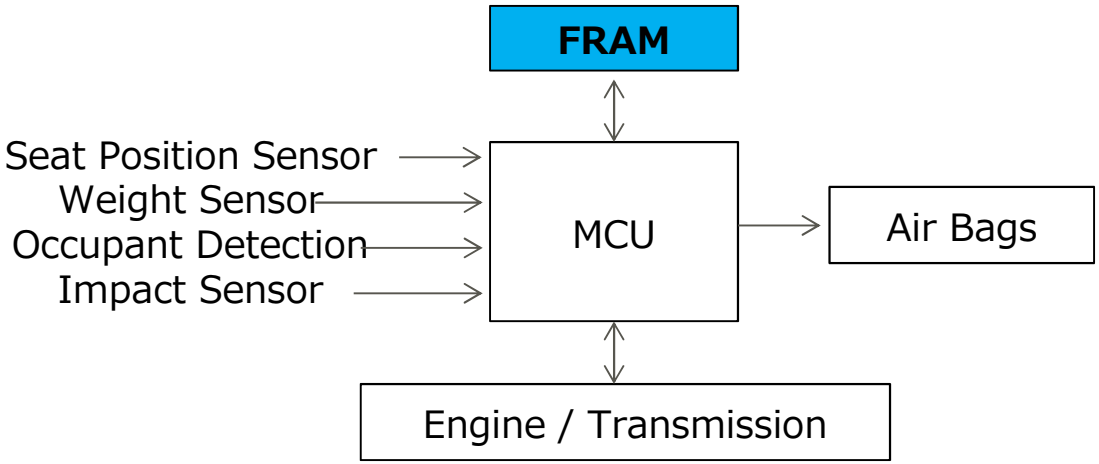
Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

FRAM在汽车智慧气囊中的应用

FUJITSU

- Why FRAM?-高速烧写，低功耗,高读写耐久性
  1. 监测和记录气囊启动后是否正常工作。这些记录将作为**法律依据**，来处理事故原因和追究法律责任。
  2. **实时监测**空座位信息和乘客的体重，以确保气囊的准确和及时启动。

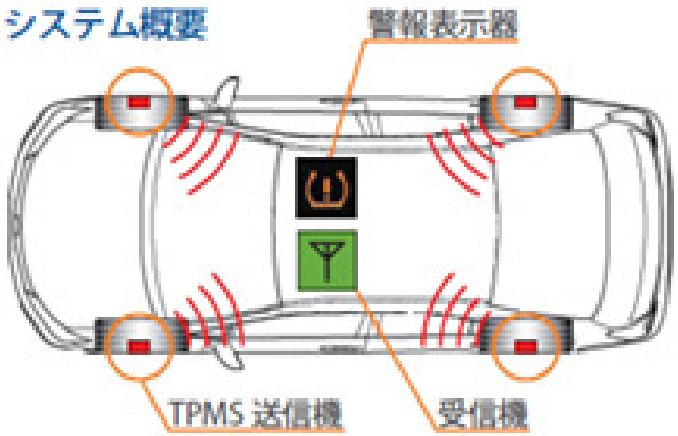
- Block diagram



- Business information
  - 德国汽车电子Tier1的智慧气囊采用FRAM.
  - 中国的客户也在使用富士通FRAM(16Kbit I2C,16Kbit SPI).

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

FRAM在胎压监测TPMS中的应用-1-



- 功能:检测所有轮胎的压力，一旦有充气压力不足就发出警报.
- TPMS模块组成：电池,压力传感器，无线发射器(内装于轮胎内部)

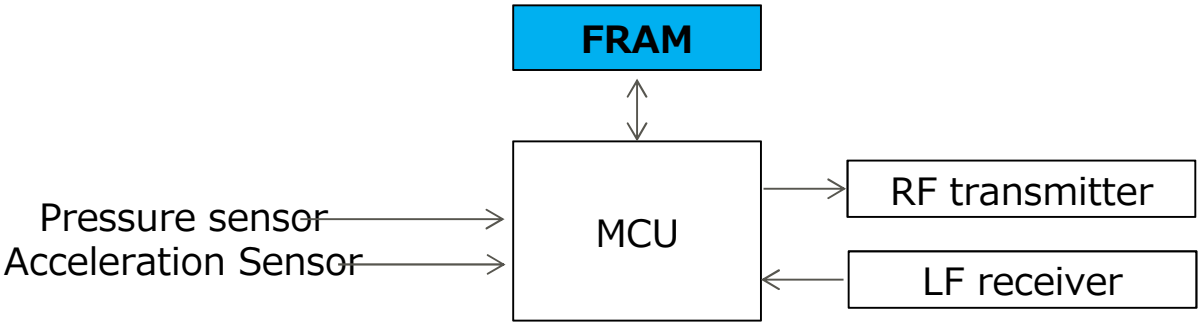
Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

FRAM在胎压监测TPMS中的应用-2-

FUJITSU

- **Why FRAM**?-**高烧写耐久性，低功耗**
  - 系统要求**及时**和**连续**地监测轮胎内部压力。
  - TPMS应用于高温，高压的苛刻环境中，电池不易更换。
  - 下一代TPMS将使用以FRAM的无电池方案-能源采集(energy harvesting)

- **Diagram block**



- **Business information**
  - 意大利的F1轮胎制造商，在轮胎的TPMS中采用4Kbit FRAM，以确保高质量产品。
  - 美国，欧洲和韩国分别与2007年，2012年和2012年开始，规定所有汽车必须安装有TPMS。

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

人机交互系统HCI

Human-computer interaction

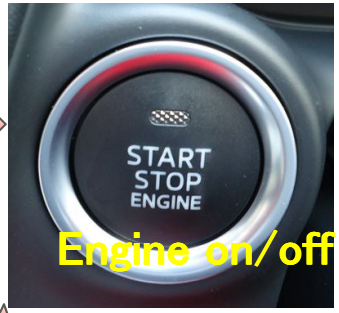
Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

FRAM在Car Infotainment中的应用-1-

FUJITSU

■Car infotainment的构成

- ■GPS Guidance
- ■Bluetooth telephone
- ■Back monitor
- ■Car audio



Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

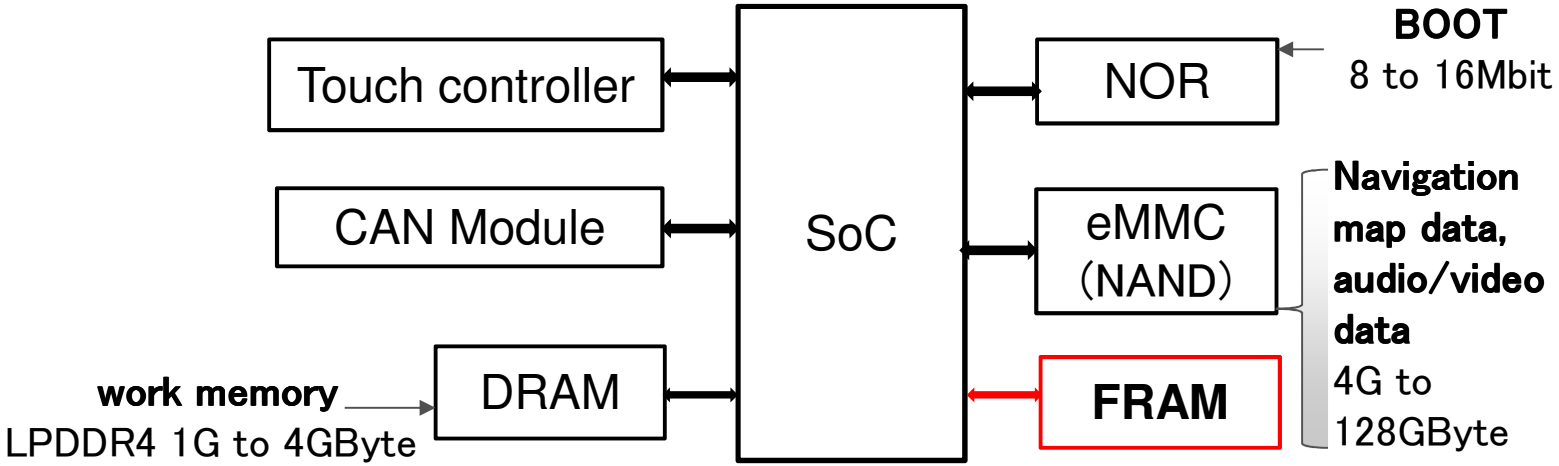
FRAM在Car Infotainment中的应用-2-

FUJITSU

■ Why FRAM-高速烧写，高读写耐久性

- 系统经常会会受到发动机关闭，导航，倒车摄像或电话进入时的干扰，高端的car infotainment需要实时记录当前状态，并在干扰之后回复当前状态（最后的模式，操作履历和GPS数据）

■ Block diagram



■ Business information

- 日本汽车电子Tier1客户使用富士通FRAM(I2C IF16kbit,Para IF,256Kbit和1Mbit)
- 韩国汽车电子Tier1客户采用富士通FRAM(SPI IF 128kbit--256Kbit)

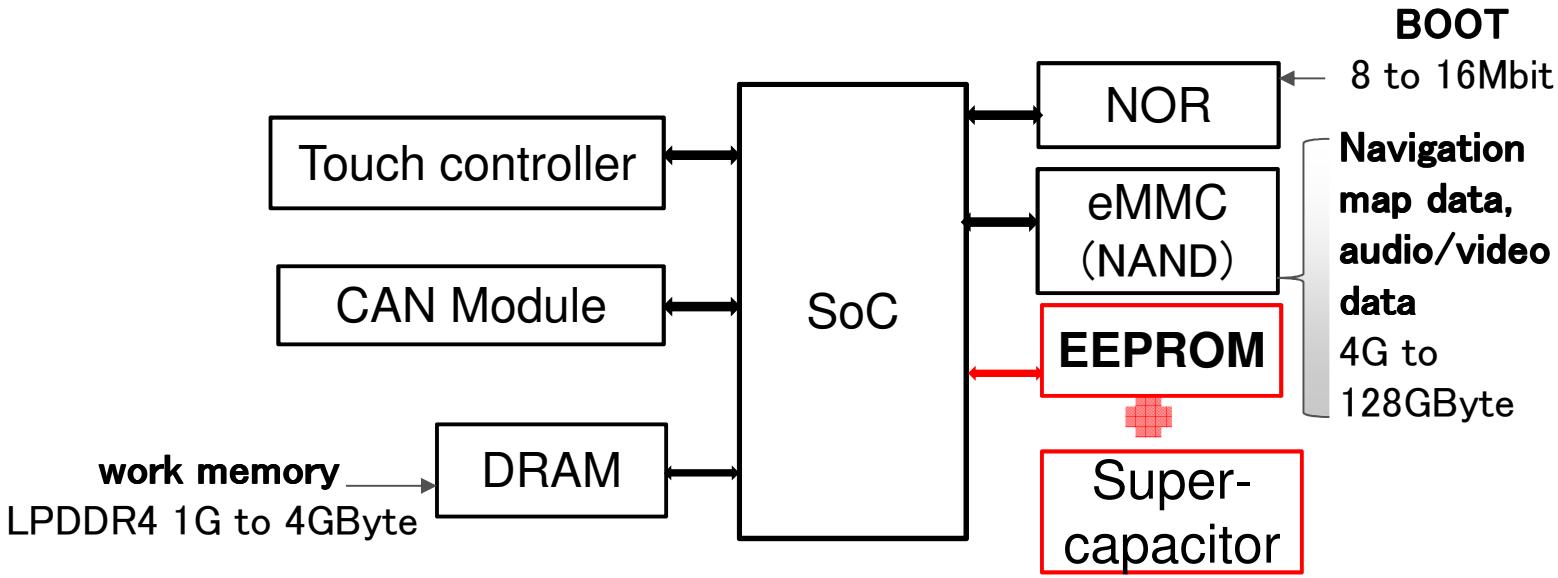
Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

参考:使用EEPROM的Car infotaiment

FUJITSU

- **使用EEPROM的缺点**
  - 系统需要增加一个super-capacitor来弥补断电时,EEPROM的写入速度的不足。
  - 系统整体成本上升: cost of (EEPROM+Super) > cost of FRAM

- **Block diagram**



- **Business information**
  - Some customers in Japan are using FRAM from 16kbit to 1Mbit
  - Some customers in Korea adopted FRAM from 128kbit to 256Kbit

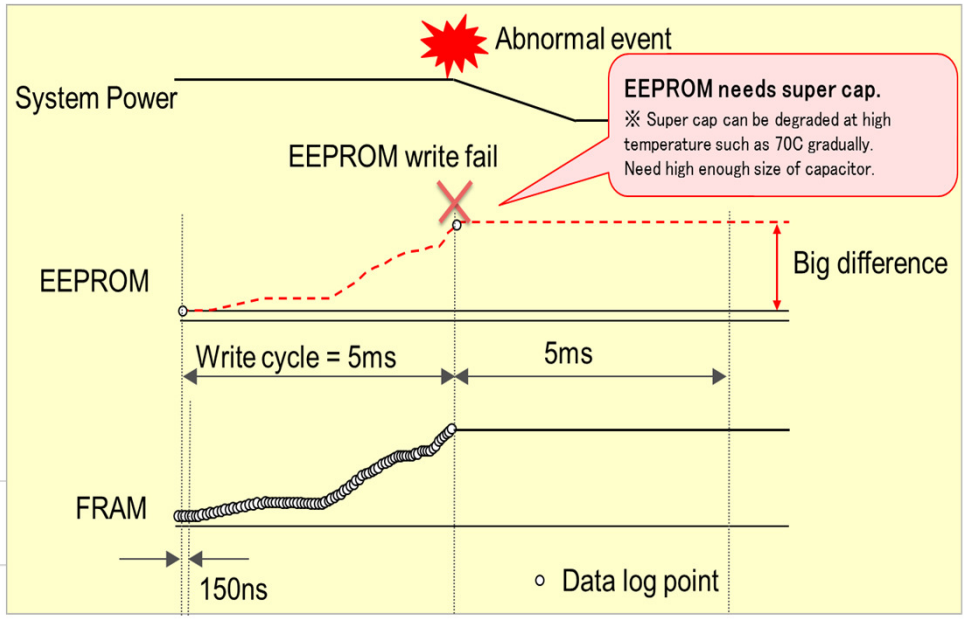
Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

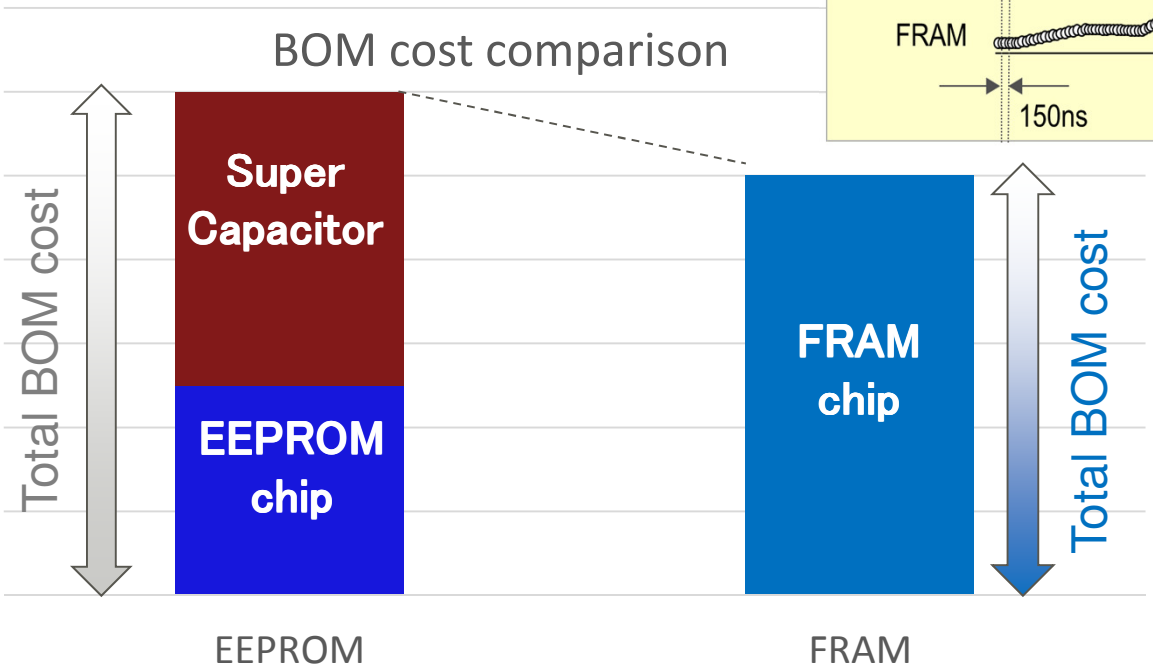
成本比较:FRAM < EEPROM+Super cap

FUJITSU

EEPROM needs super-cap/battery to secure data written just before power failure.
FRAM does not need super-cap/battery.

The total BOM cost including EEPROM and super-cap is higher than FRAM.





Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

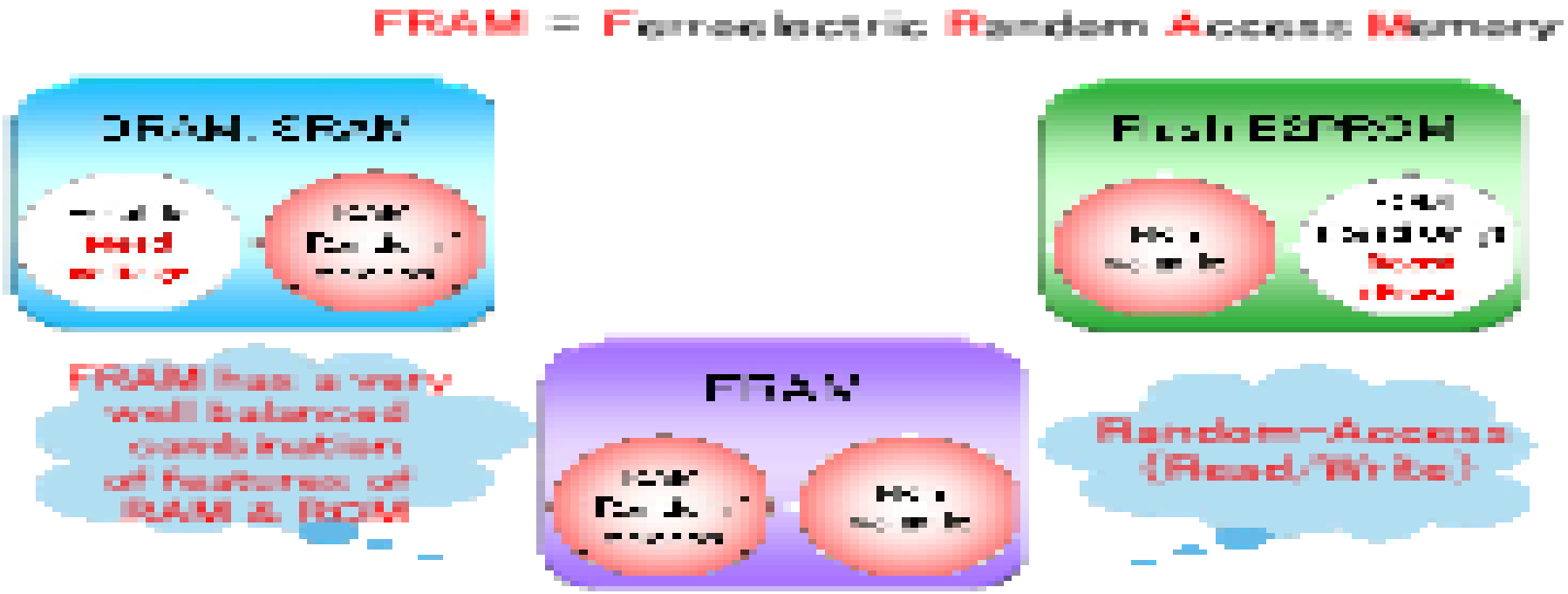
议程

- 非易失性存储器FRAM在新能源车技术中的应用
- 非易失性存储器FRAM在自动驾驶中技术的应用
- 非易失性存储器FRAM的特点

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

什么是铁电存储器FRAM?

Next⇒

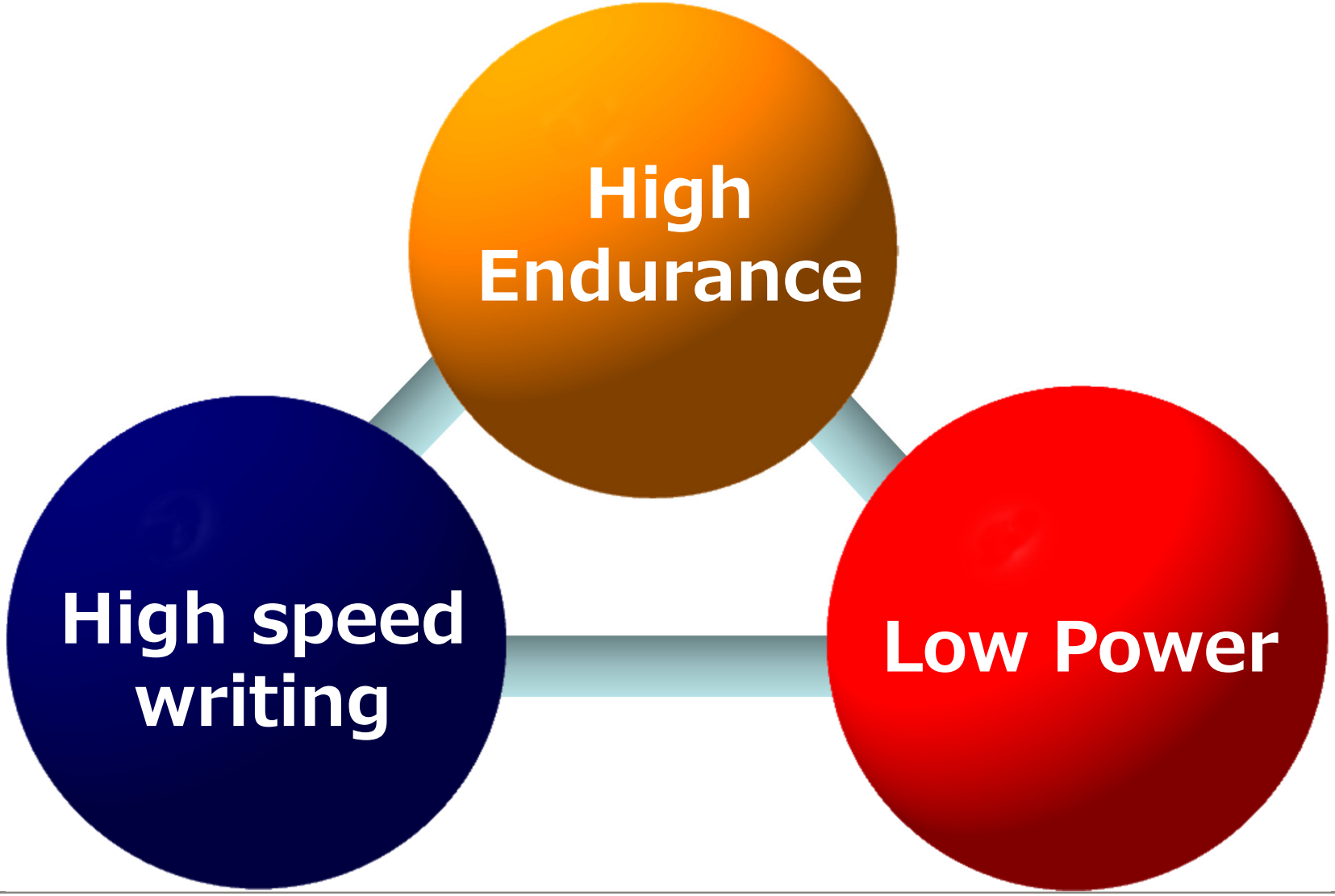


Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

Advantages of FRAM

FUJITSU

Three big advantages of FRAM



Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

Benefits of Automotive FRAM

FUJITSU

Low Power	✓ **Low operating power consumption** in Non-volatile memory ✓ **1.8V operation** at 125°C
For Data logging	✓ **10^{13} endurance**, 10 million times longer endurance than EEPROM.
High Speed	✓ **40MHz operation** ✓ **NO wait time** during writing
Robustness	✓ **Strong data retention** in case of unexpected power down due to high speed writing ✓ **Strong magnetic immunity电磁抗扰性**
Quality &Reliability	✓ **AEC-Q100 Grade1** ✓ **PPAP** ✓ **100% Shipping test** at cold, Hot and Room temperature

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

High Endurance/读写耐久性-1-

FUJITSU

□条件

- ✓数据写入频率:1次/秒
- ✓**产品寿命：10年**

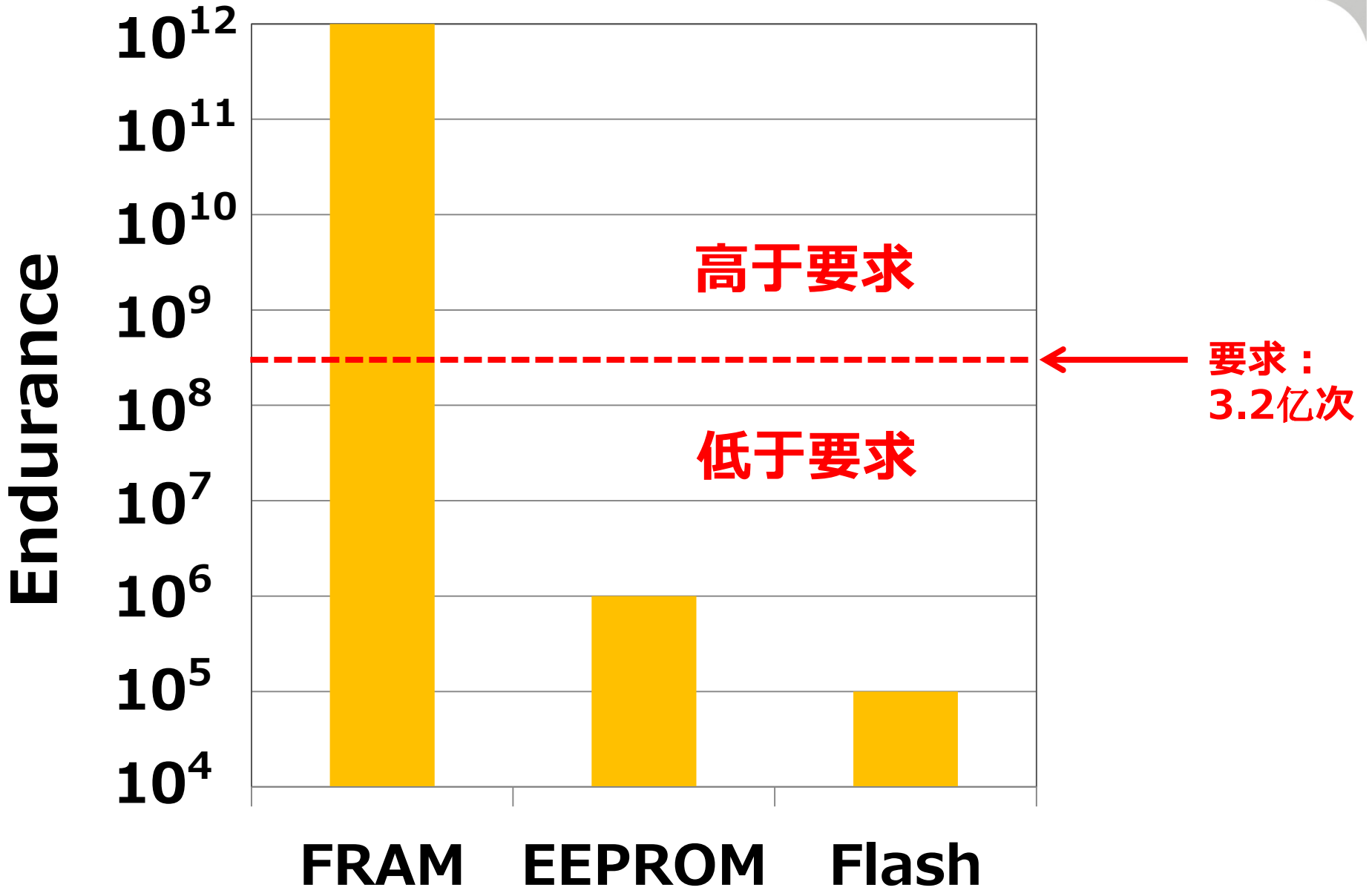
□所需的烧写耐久性(次数)

320,000,000(3.2亿次）/10年

(60sec x 60min x 24 hour x 365 days x 10 years)

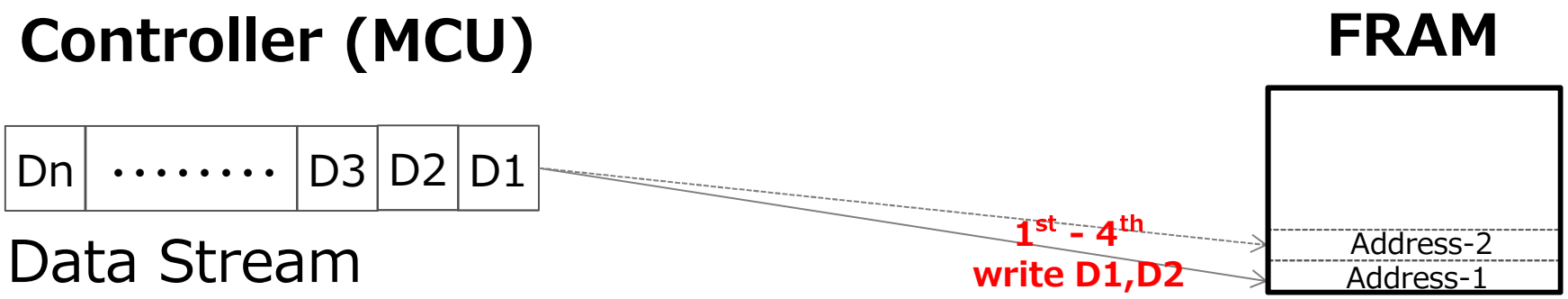
Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

High Endurance/读写耐久性-2-



Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

读写耐久性-无需Wear Leveling(耗损均衡软件)-3-



Benefit for customers

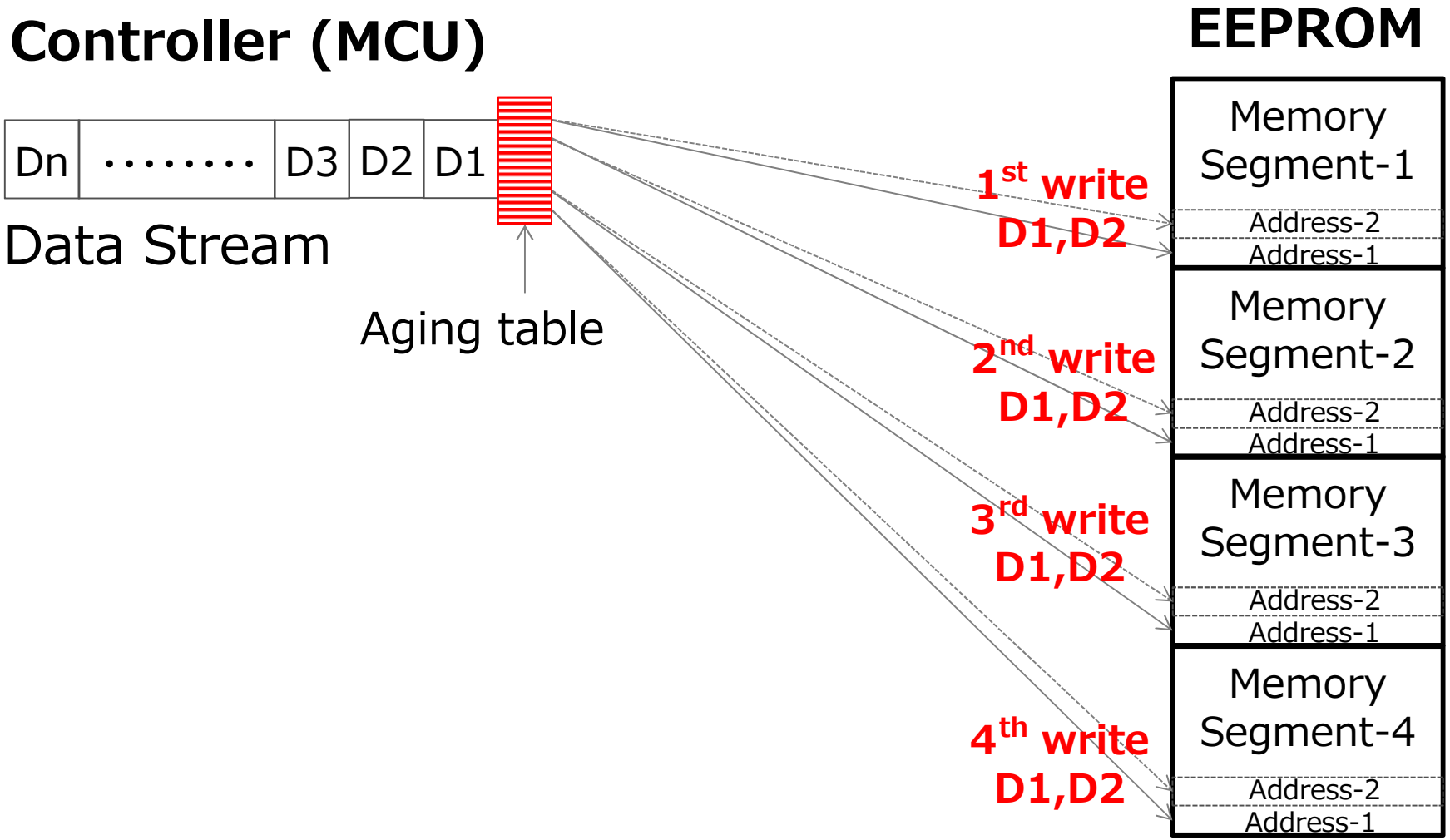
1. 使用较小容量FRAM就可以实现客户的data logging需求。
2. 使用FRAM可以简化SW设计。

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

参考：EEPROM读写耐久性 － 需要Wear Leveling

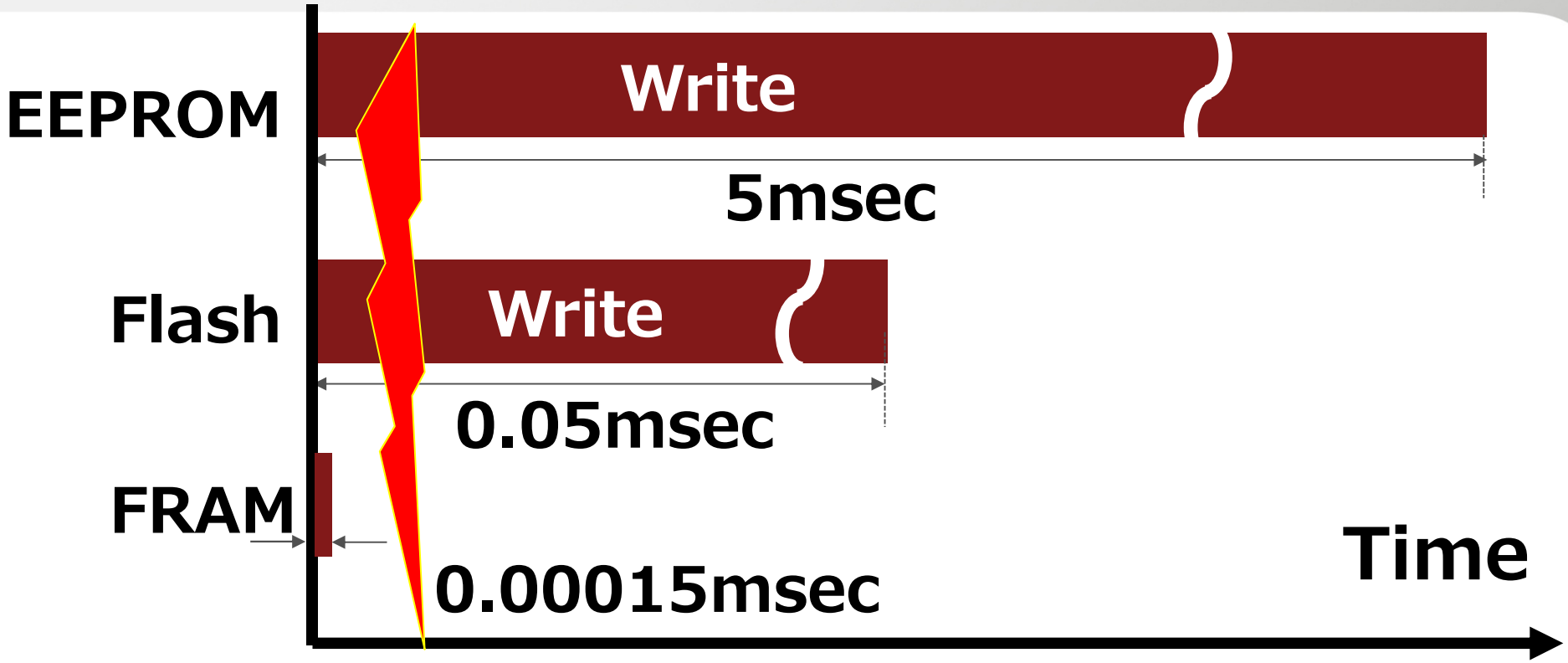
FUJITSU

- EEPROM的读写耐久性只有100万次，如果使用它来实现3.2次的读写耐久性的话，**需要wear leveling(耗损均衡）软件来支持**。结果是增加SW的设计的复杂性，给SW工程师带来额外负担。



Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

High Speed Writing/高速烧写



写入数据操作当中，发生掉电时

FRAM：数据实时完整记录

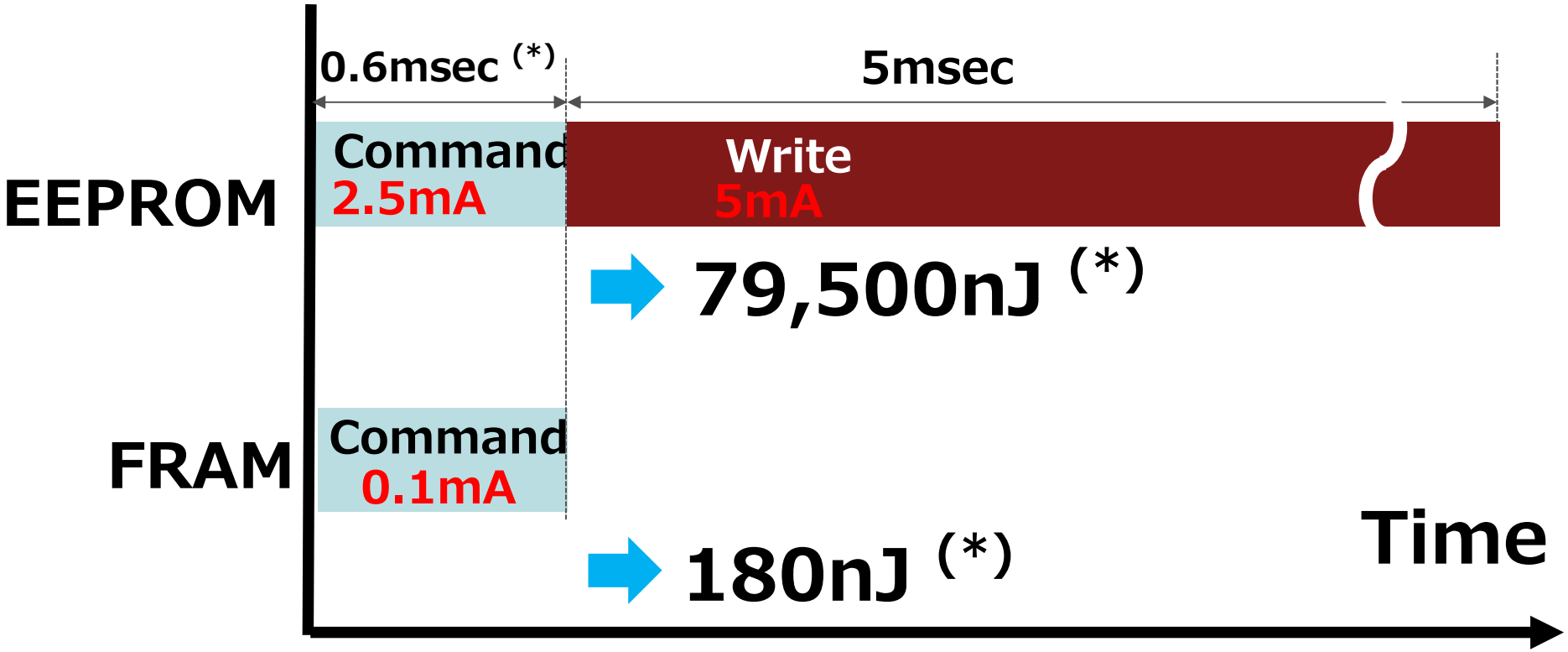
传统存储器：**数据丢失**

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

Low Power/低功耗

FUJITSU

Example: 64Byte data writing (I2C I/F)



FRAM仅仅是EEPROM的1/400 的功耗。低功耗的优势大大延长电池寿命。

* 1MHz, 3V Operation

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

Summary of FRAM advantages

FUJITSU

	FRAM	EEPROM	Flash
1. Endurance	✔ 10^{13} times	✕ 10^{6} times	✕ 10^{5} times
2. Write Cycle Time (1Byte)	✔ 0.00015msec (Figure 1)	✕ 5ms	✕ 0.05msec
3. Power Consumption (1Byte Writing)	✔ 0.0007uJ (Figure 2)	✕ 83uJ	✕ 3uJ
4. Writing method	✔ Over write	✕ Erase and Write	✕ Erase and Write

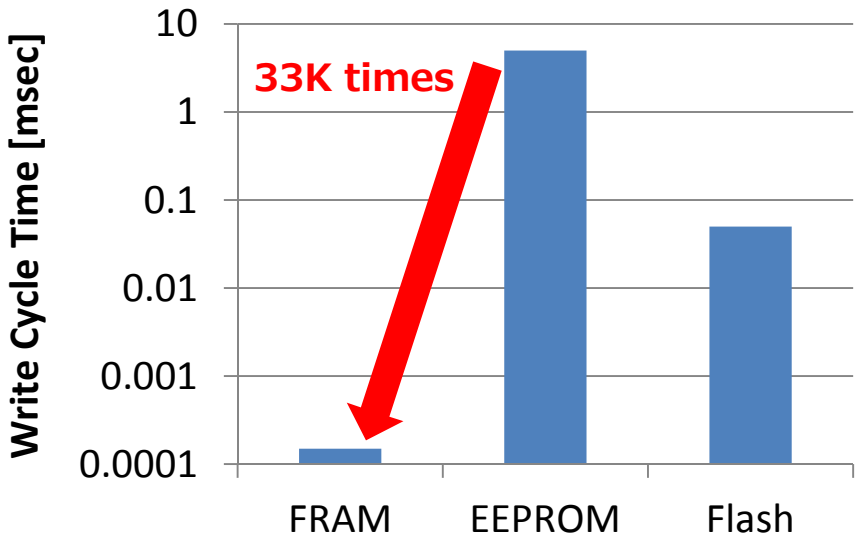


Figure1 Write Cycle Time

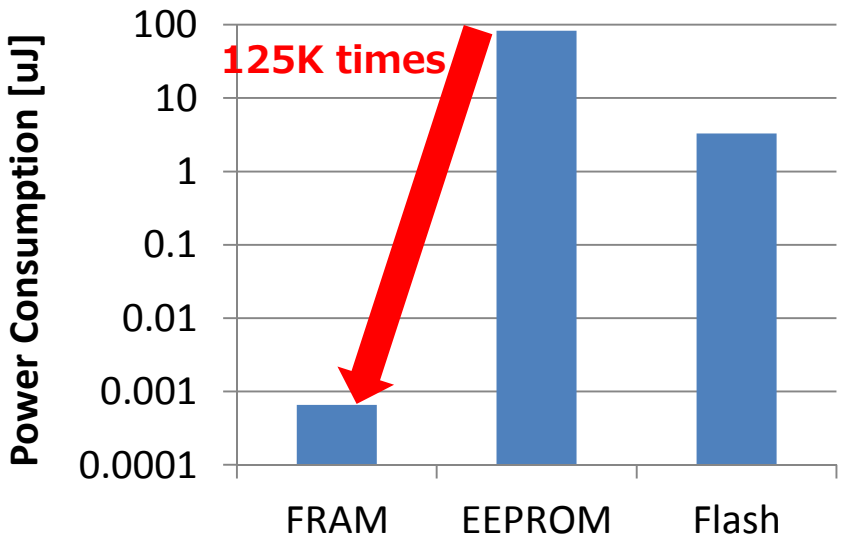
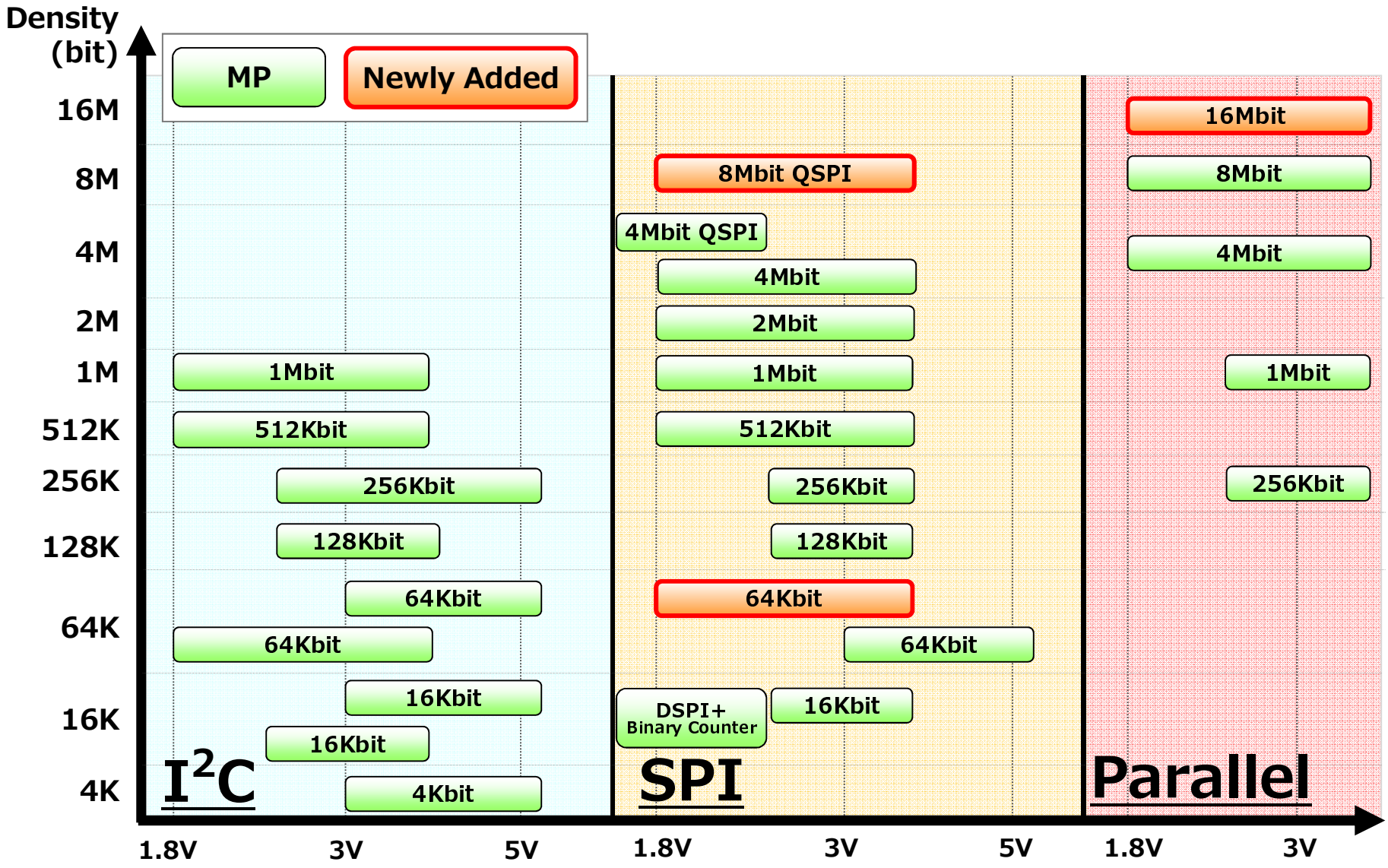


Figure2 Power Consumption

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

Non-Automotive FRAM Lineup

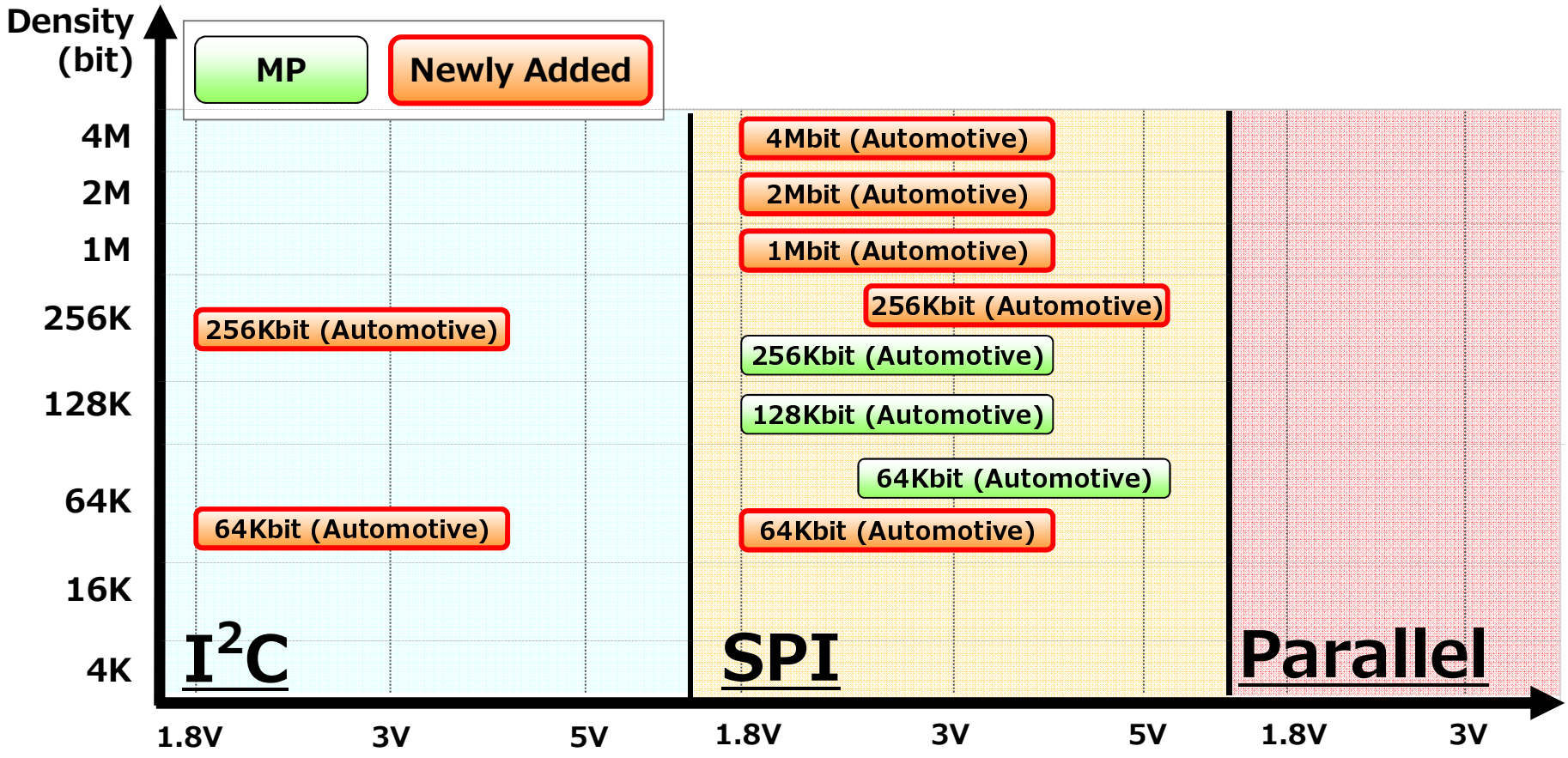


Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

Automotive FRAM Lineup

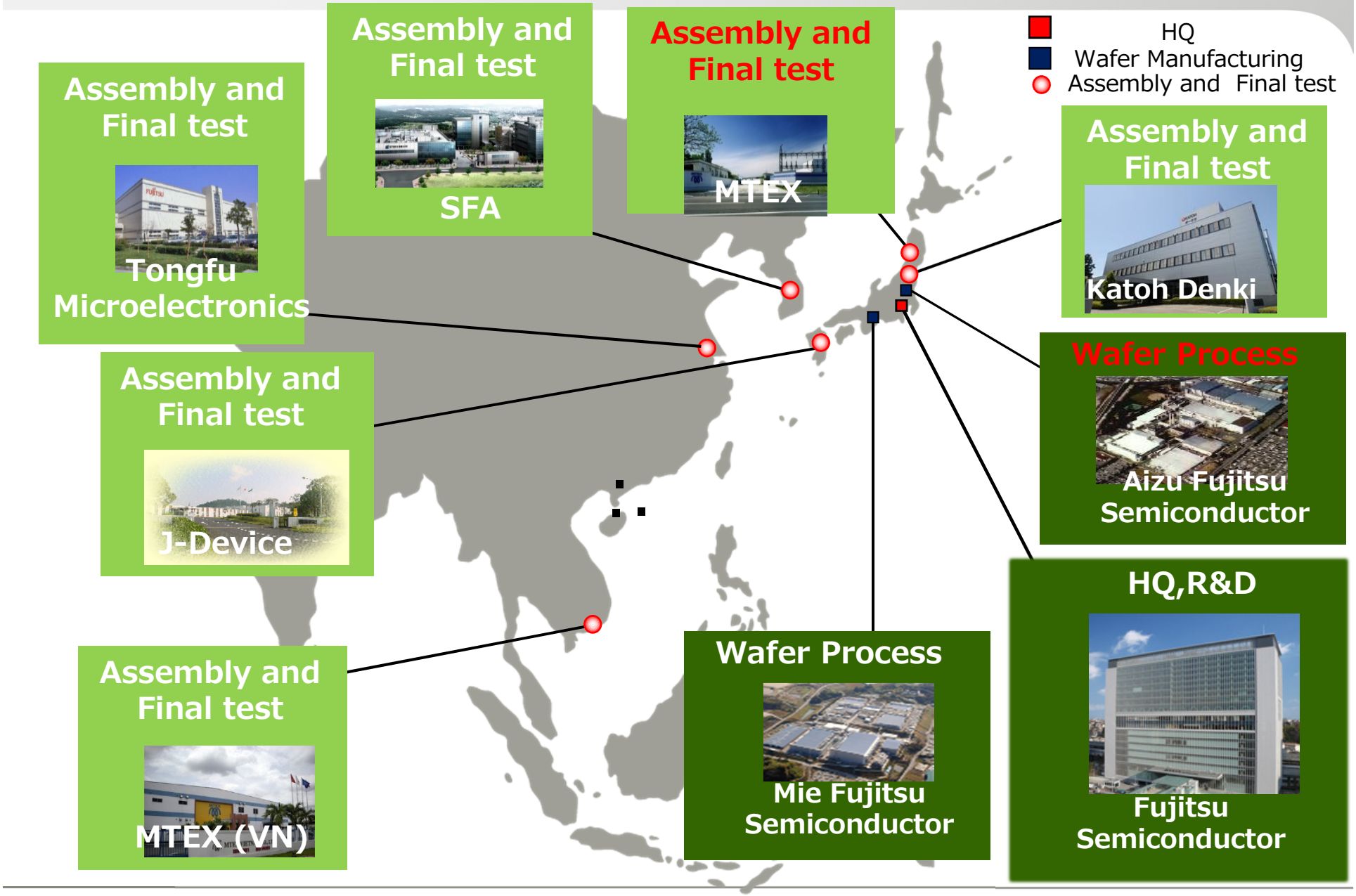
FUJITSU

- **Automotive products:**
  - Operation at 125℃
  - AEC-Q100 Grade 1



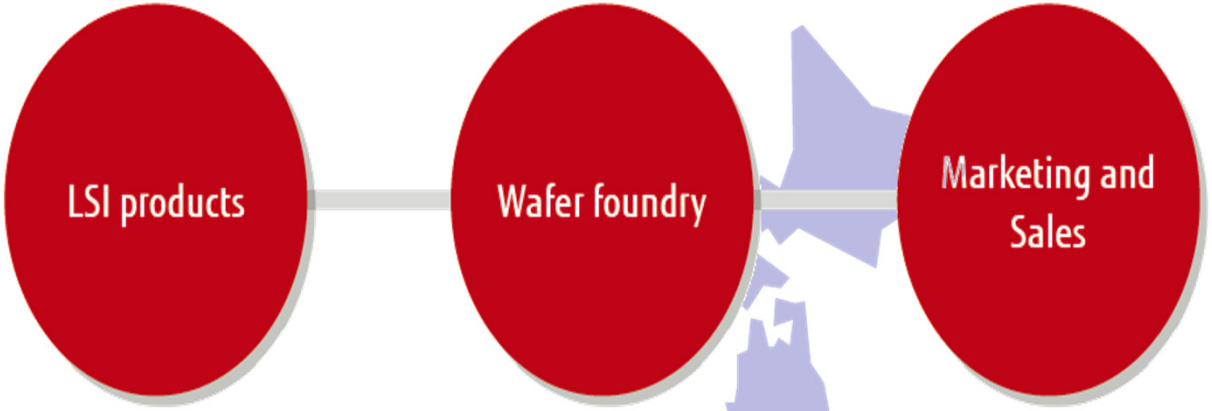
Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

Automotive FRAM production location



Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

Fujitsu FRAM support team



High Quality and High Performance Memory

- **FUJITSU SEMICONDUCTOR LTD.**

High Reliable Technology and Services

- **MIE FUJITSU SEMICONDUCTOR LTD.**
- **AIZU FUJITSU SEMICONDUCTOR LTD.**
- **AIZU FUJITSU SEMICONDUCTOR WAFER SOLUTION LTD.**
- **AIZU FUJITSU SEMICONDUCTOR MANUFACTURING LTD.**

Global support

- **FUJITSU ELECTRONICS (SHANGHAI) CO.,LTD.**
- **FUJITSU ELECTRONICS PACIFIC ASIA CO.,LTD.**
- **FUJITSU ELECTRONICS INC.**

Copyright 2019 FUJITSU SEMICONDUCTOR LIMITED

FUJITSU

shaping tomorrow with you