

Motor Basic (Driver IC)

Infineon Technologies Japan K.K.
Takayuki Ebina
November 21, 2024



この資料についてのお願い事項

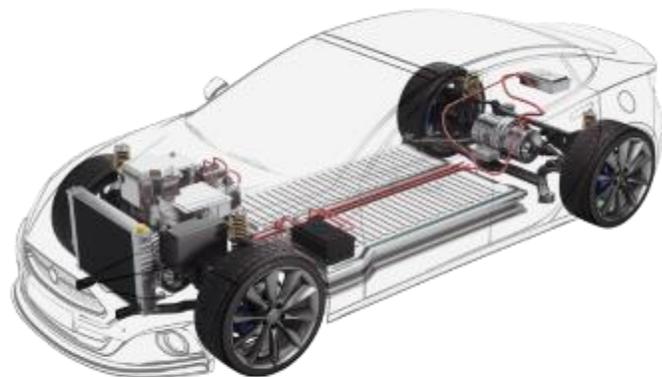
- この資料は、自動車用半導体の基本のご説明を目的として作成されています。
- 半導体の基本のご説明のために、技術的内容をシンプルに表現している場合がございます。
- 半導体デバイスの実際のご使用に際しましては、半導体メーカー各社のデータシート、アプリケーションノートなどのドキュメントをご参照ください。
- この資料は、御社内のみでのご使用をお願いいたします。

Table of contents

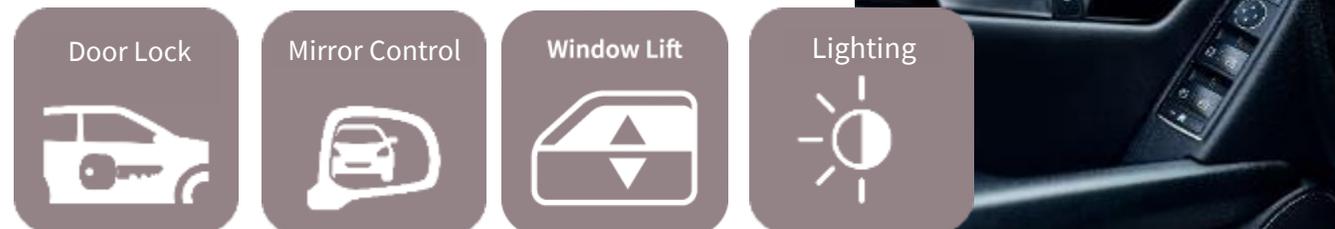
- 1 12V系モーター制御の概要
- 2 ドライバーICによるモーター制御
- 3 ドライバーICの種類と選択方法

自動車ボディ エレクトロニクス(12 Vモーター制御アプリケーション)の例

サーマル マネージメント システム



ドア コントロール システム



シート コンフォート システム



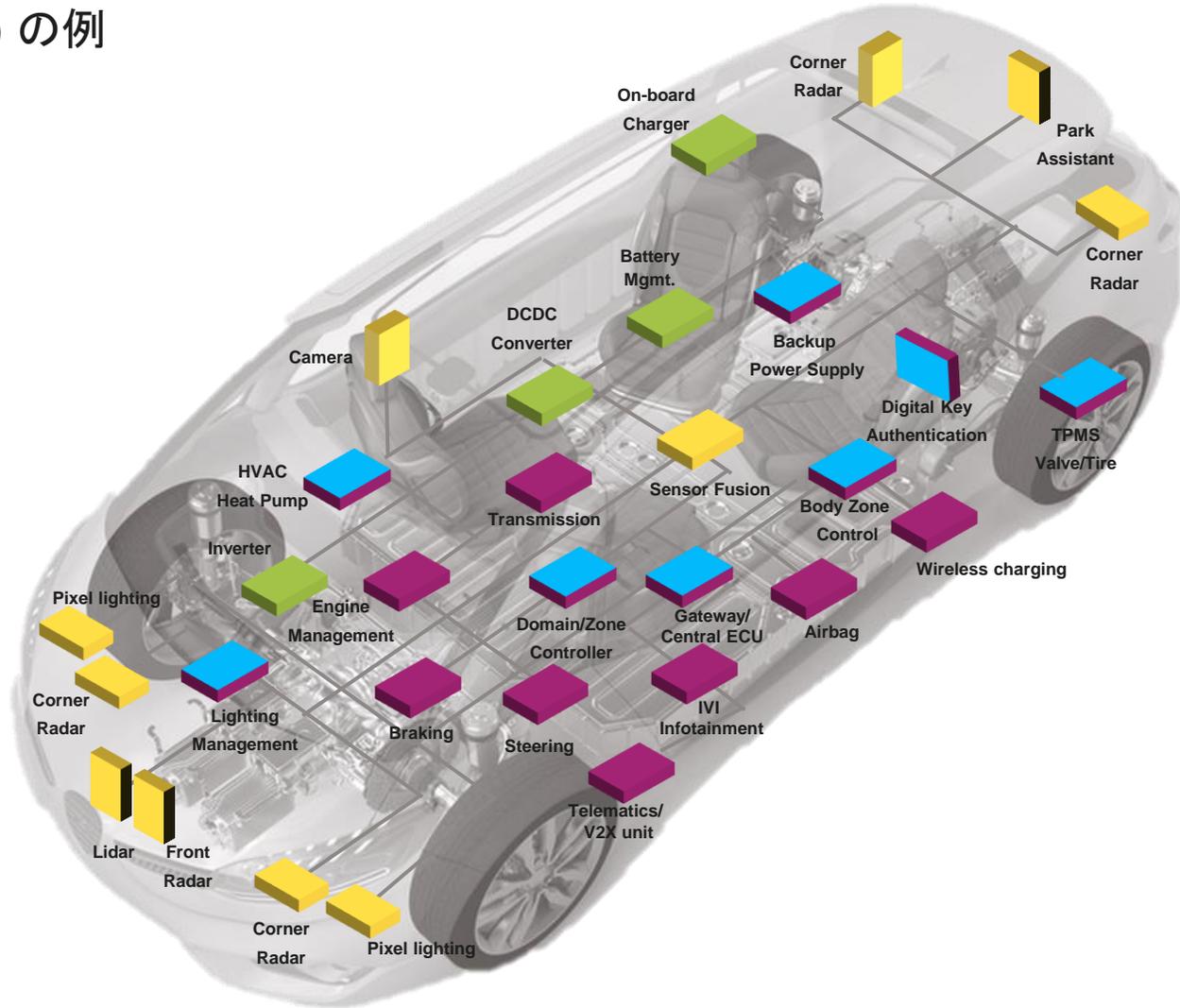
クロージャージャー システム



自動車の電氣的/電子的な機能は、自動車の内部に搭載されている、ECU (電子制御ユニット) によって実現されます



– ECU (電子制御ユニット) の例



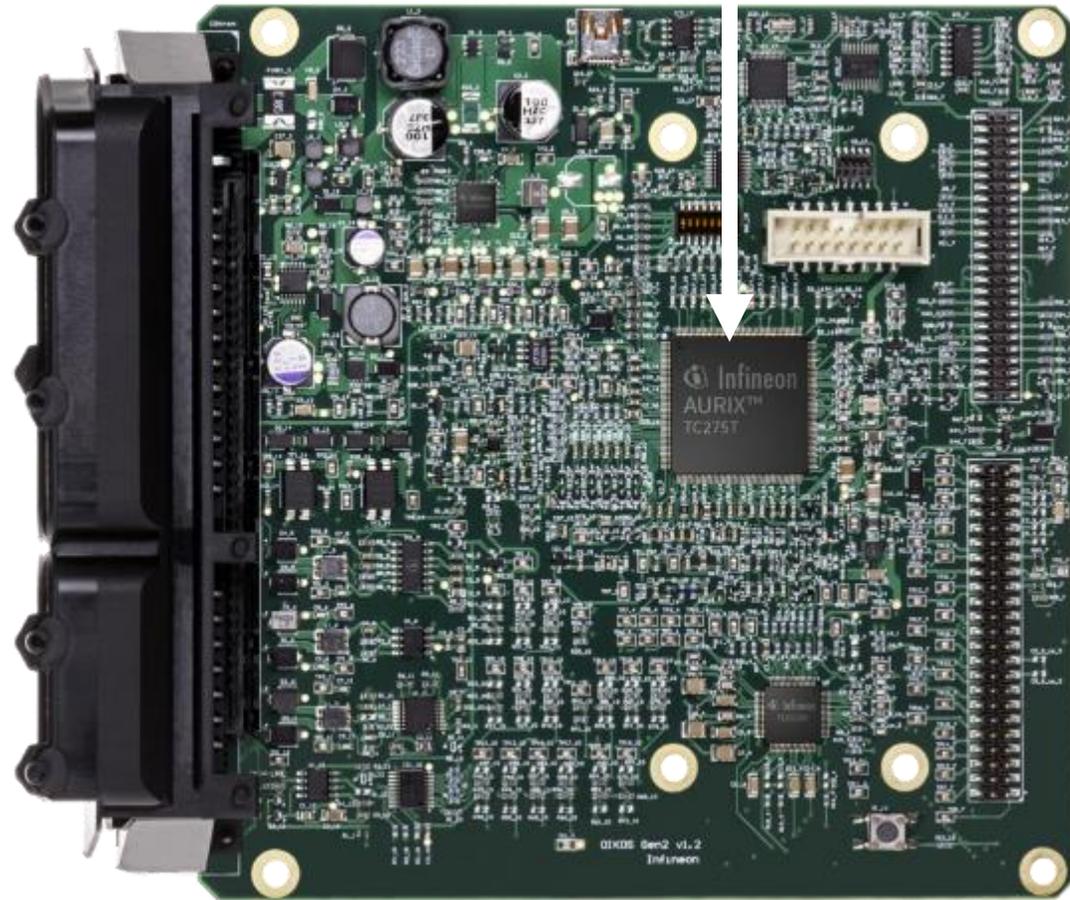
自動車用アプリケーション

-  エンジン / ブレーキ / ステアリングなど
-  ADAS (先進運転支援システム)
-  電動化 (インバータ、バッテリー管理など)
-  ボデーエレクとにクス (ドア、シート、熱管理など)

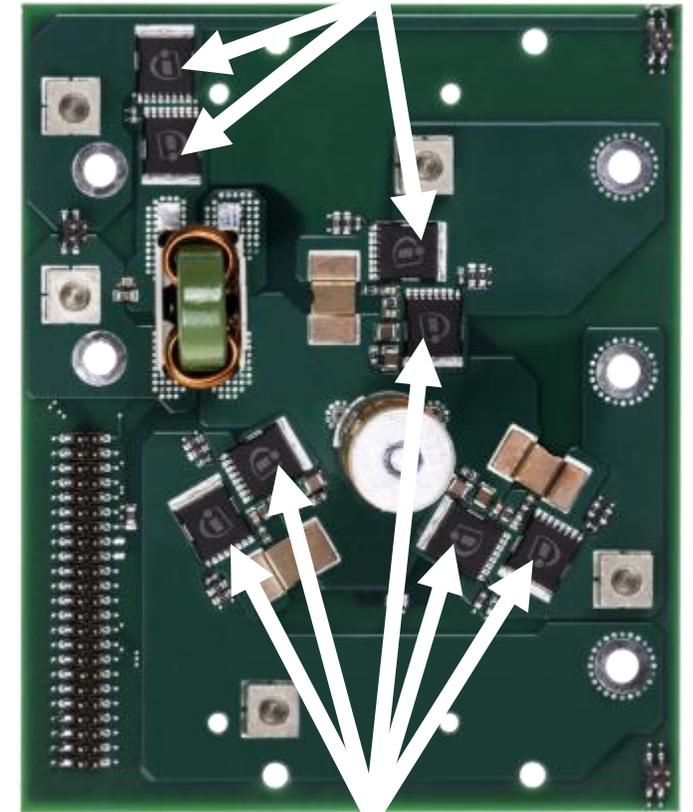
半導体デバイスは、ECU (電子制御ユニット) の基板に搭載されます

– ECU基板 (PCB: Printed Circuit Board)

マイコン (マイクロコントローラー)



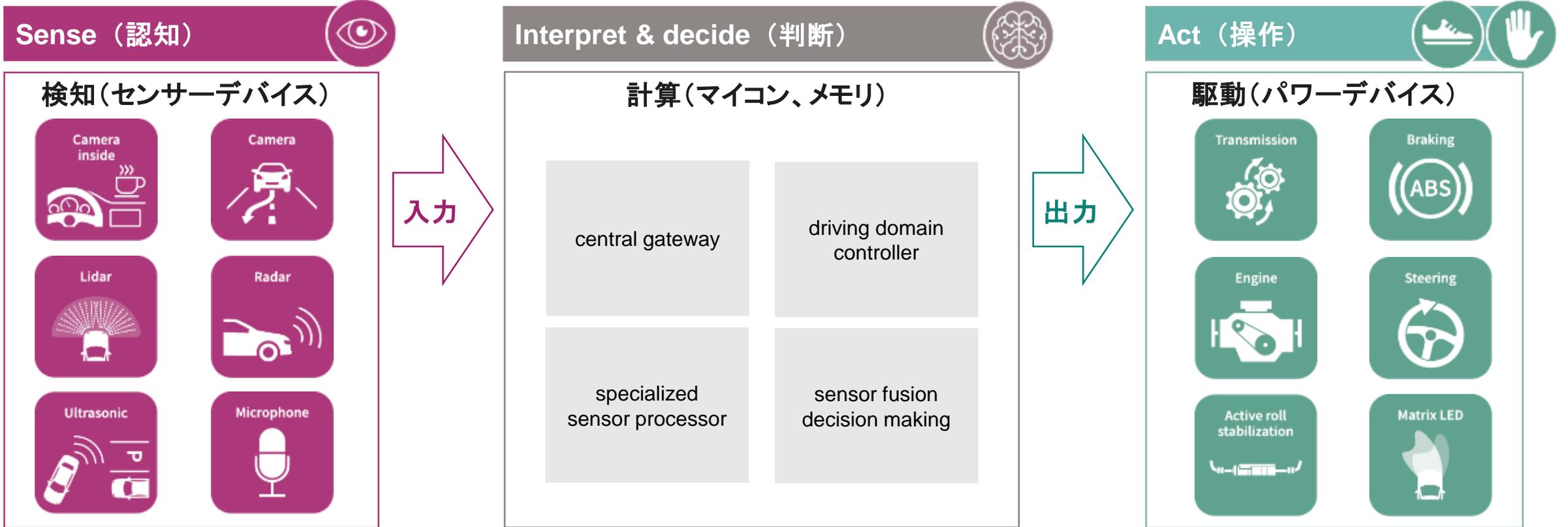
パワー半導体 MOSFET



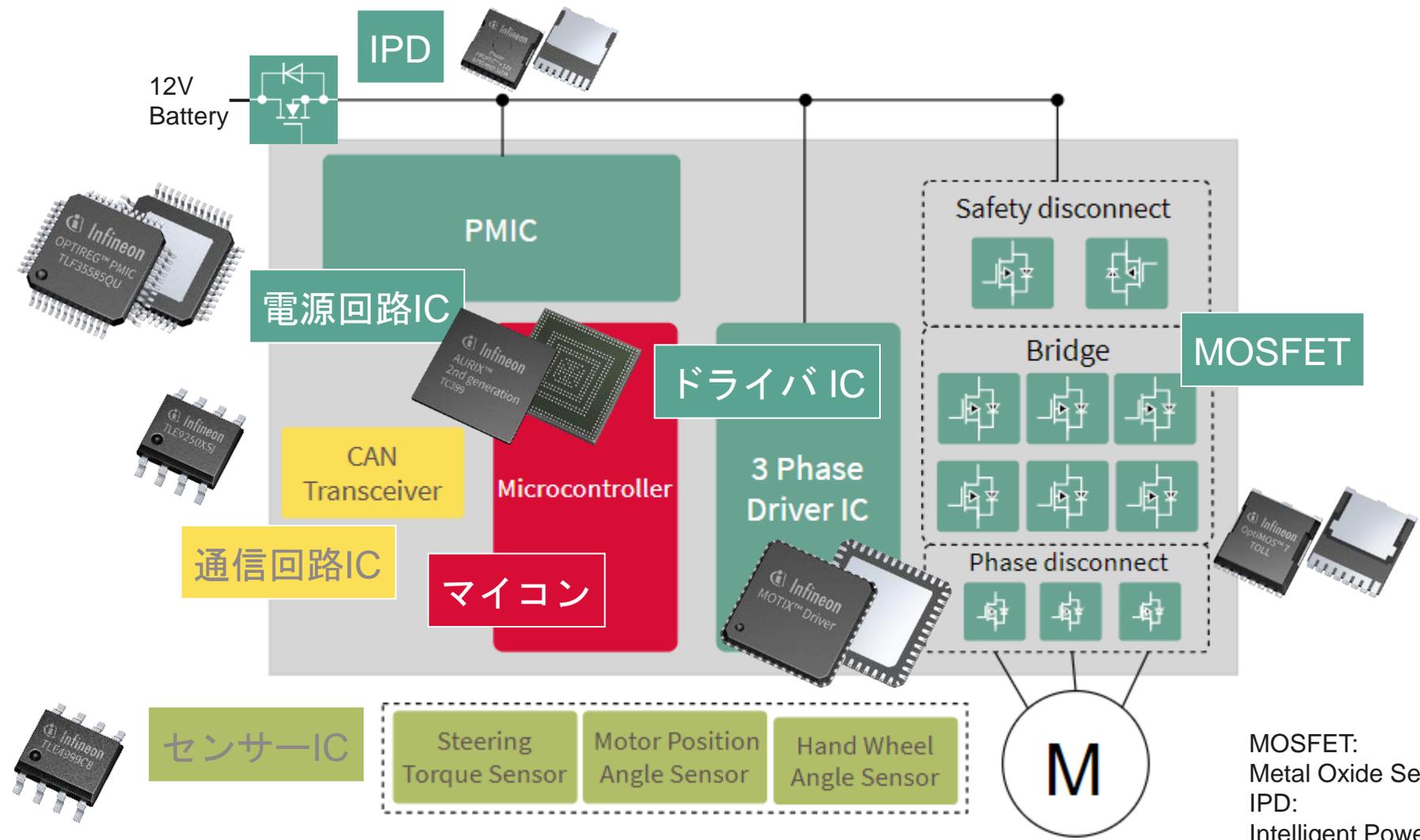
パワー半導体 MOSFET

ECU(電子制御ユニット)を含むシステムの機能は、認知、判断、操作

– ECU 機能の例 - これらの機能は半導体デバイスの機能によって実現

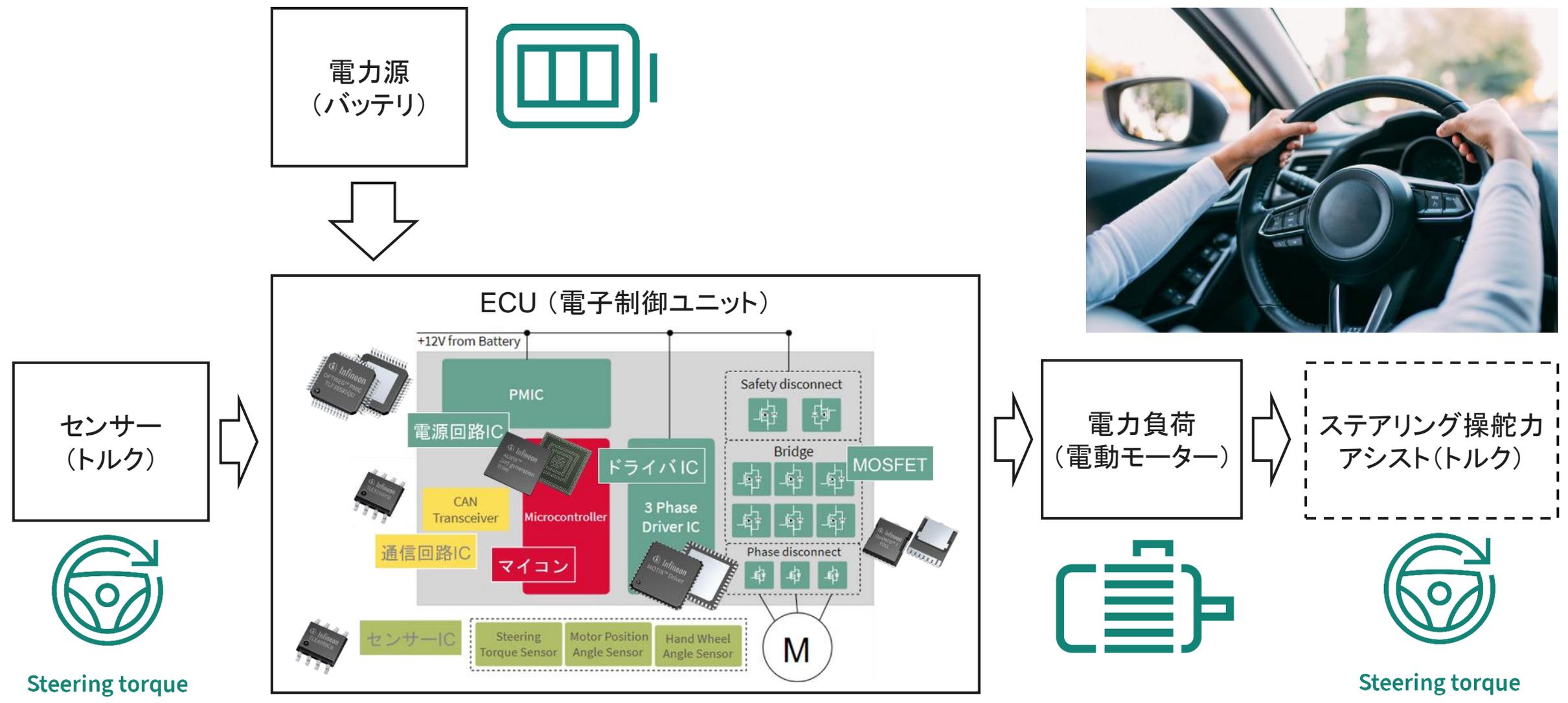


自動車用ECUに搭載される半導体デバイスの例



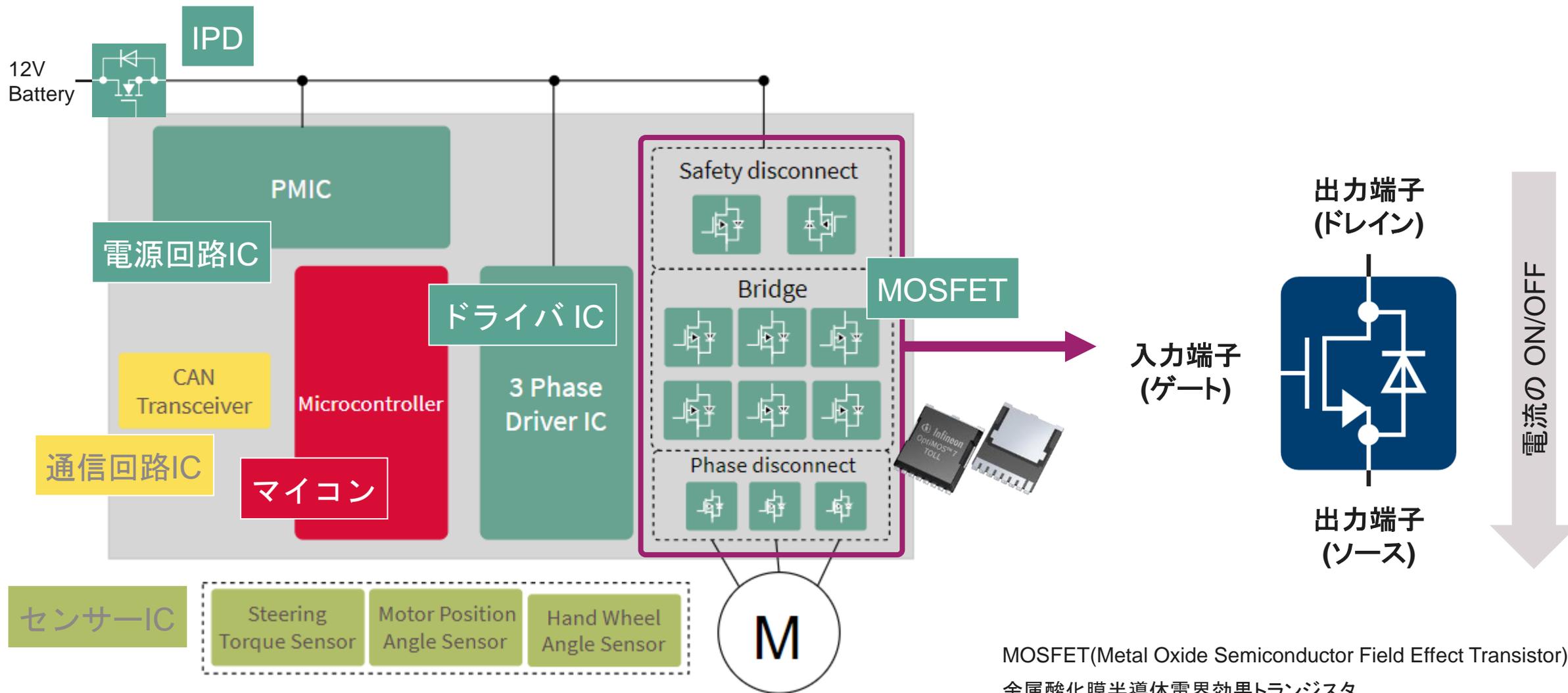
MOSFET: Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)
IPD: Intelligent Power Device

EPS(電動パワーステアリング)のシステム構成例



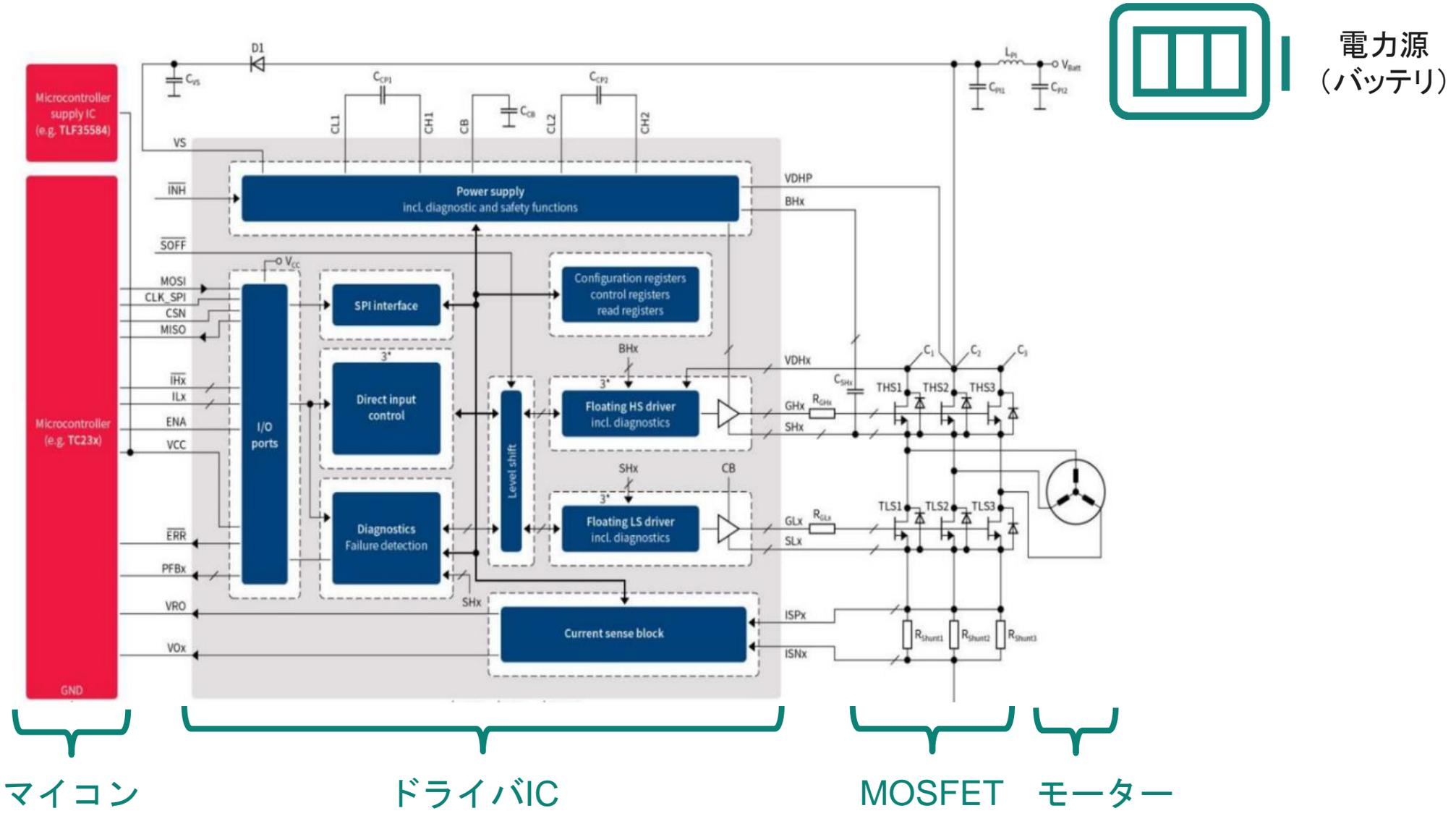
パワーMOSFET

電流をON/OFFする半導体スイッチ



ドライバIC

マイコンからの指示によりMOSFETを駆動



マイコン(マイクロコントローラ) 計算と判断

ブロック図

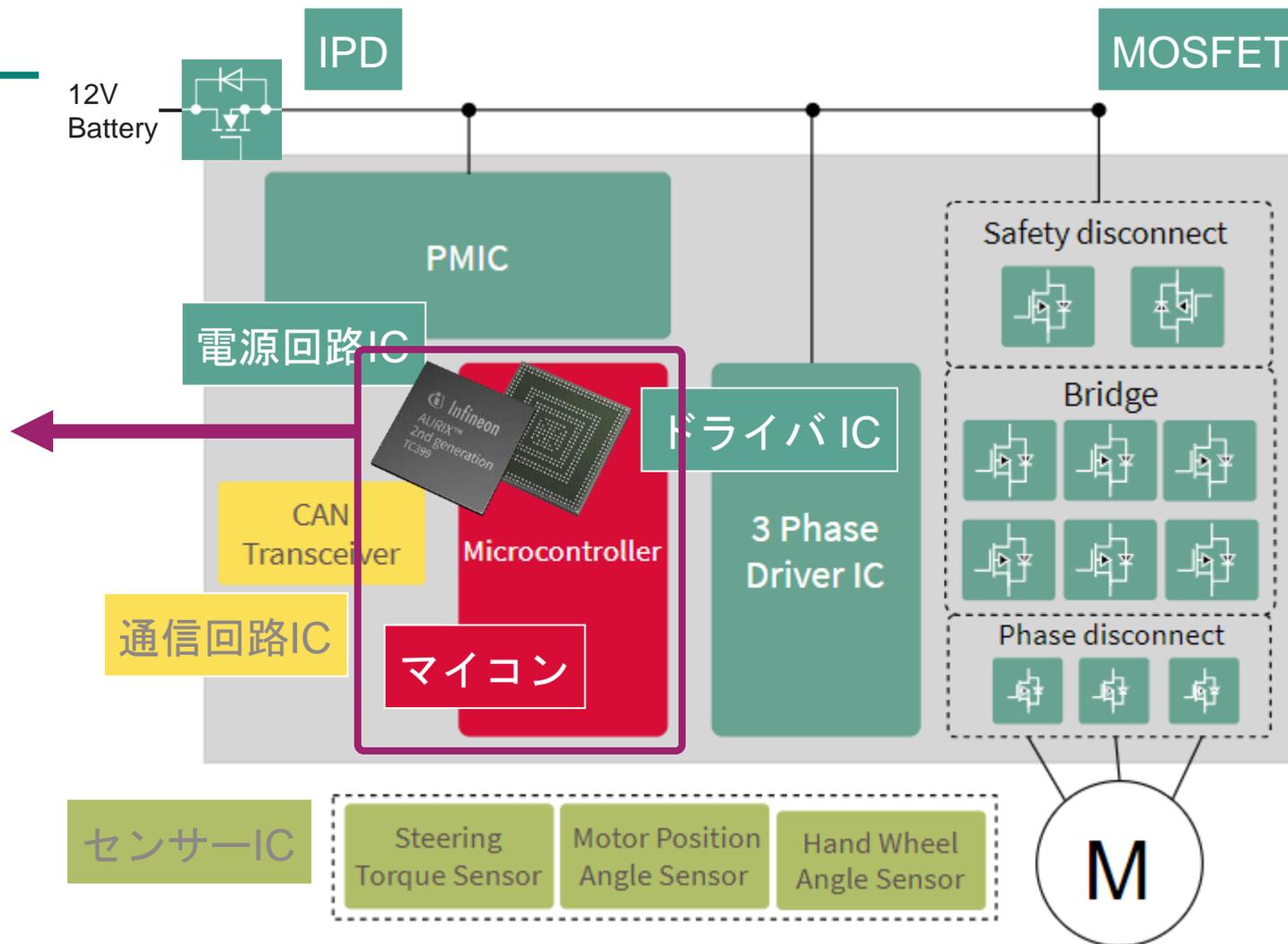
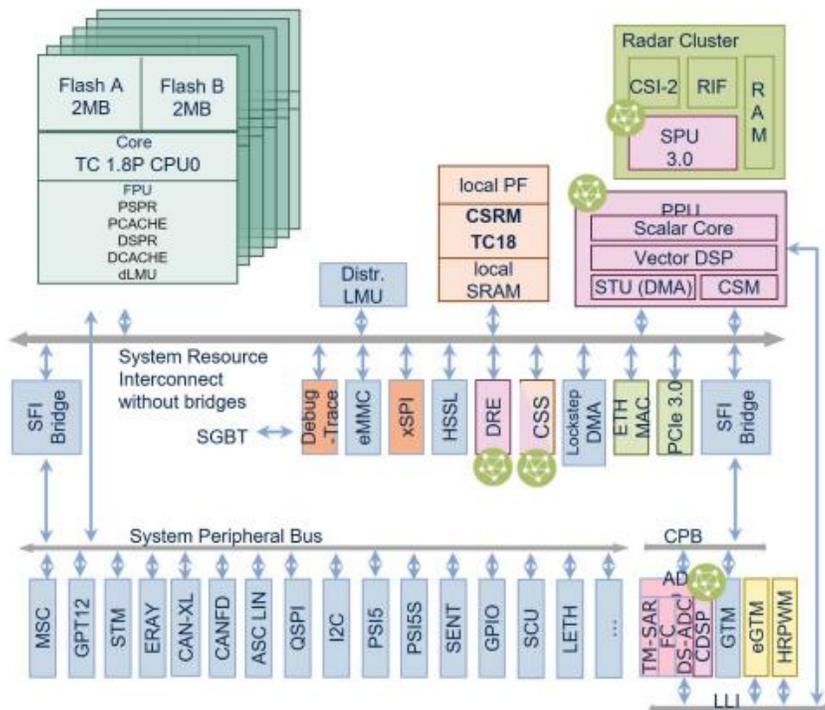


Table of contents

- 1 12V系モーター制御の概要
- 2 **ドライバーICによるモーター制御**
- 3 ドライバーICの種類と選択方法

モーターの駆動方法 / モーターに電流を流す方

電流スイッチ - 1/4

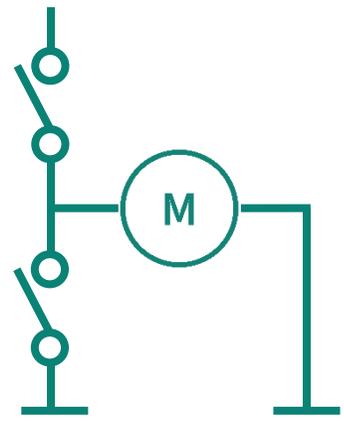
› ハイサイド スイッチ (HSS)



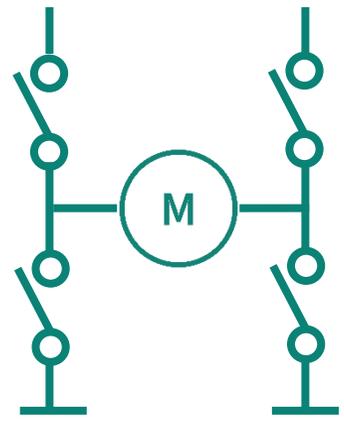
› ローサイド スイッチ



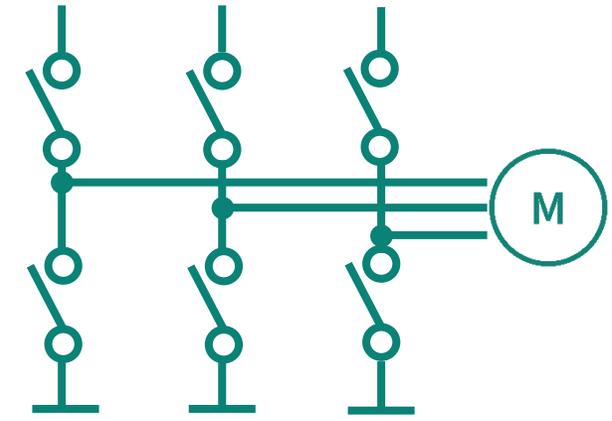
› ハーフブリッジ (Half-Bridge)



› フルブリッジ (H-Bridge)

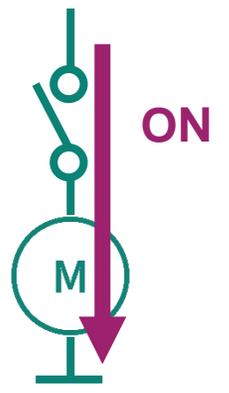


› 3相ブリッジ (3-phase BLDC)

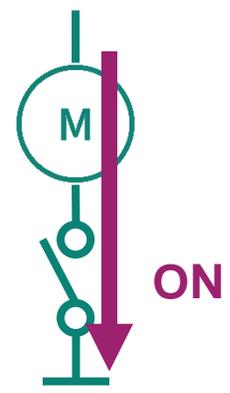


モーターの駆動方法 / モーターに電流を流す方 電流スイッチ - 2/4

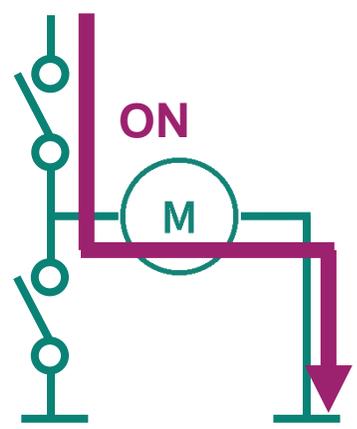
› ハイサイド スイッチ (HSS)



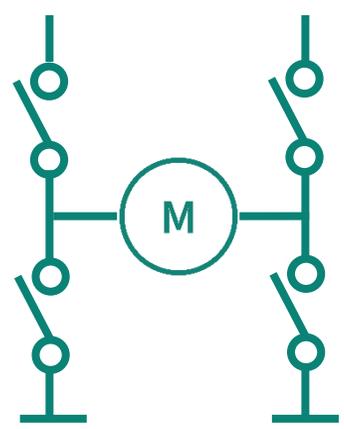
› ローサイド スイッチ



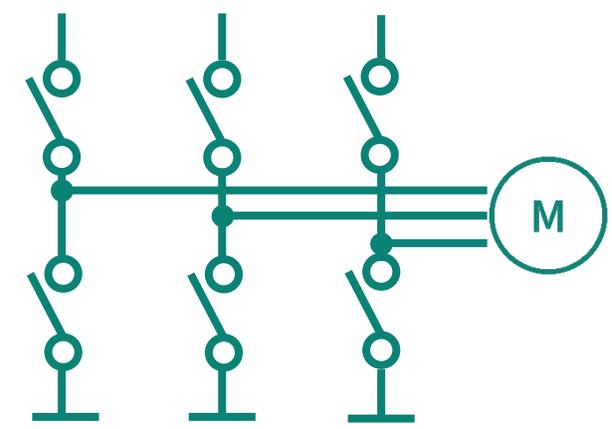
› ハーフブリッジ (Half-Bridge)



› フルブリッジ (H-Bridge)

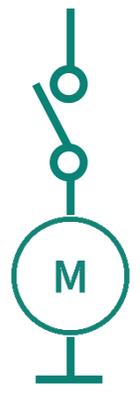


› 3相ブリッジ (3-phase BLDC)



モーターの駆動方法 / モーターに電流を流す方 電流スイッチ - 3/4

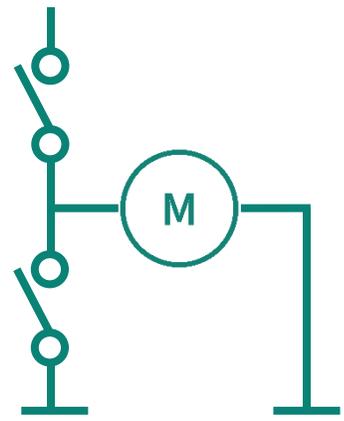
› ハイサイド スイッチ (HSS)



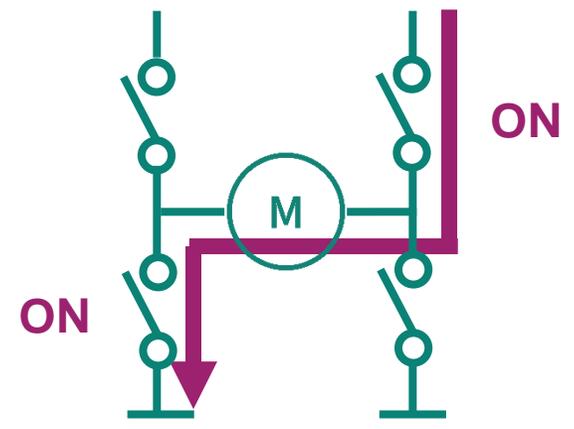
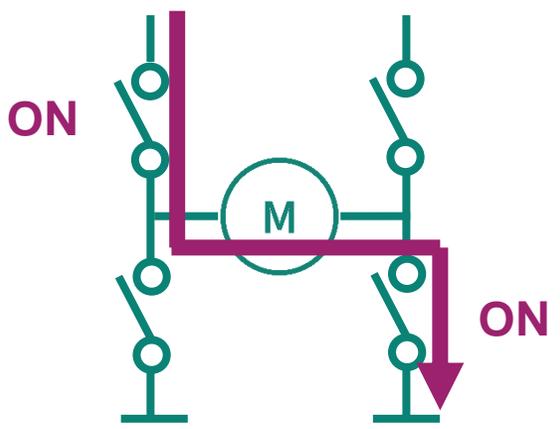
› ローサイド スイッチ



› ハーフブリッジ (Half-Bridge)

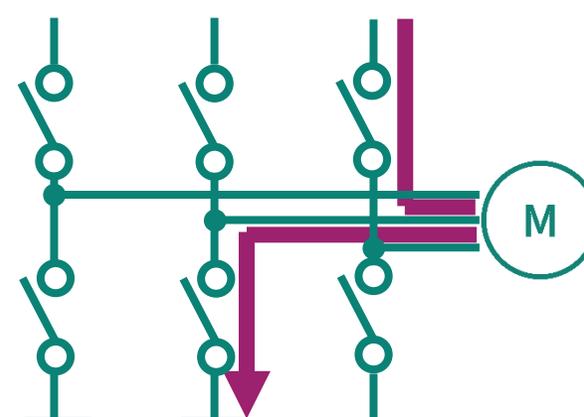
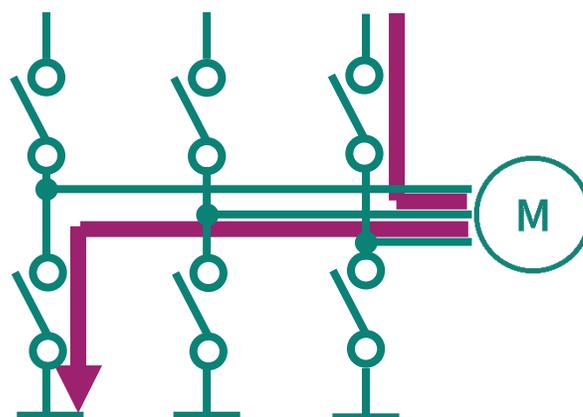
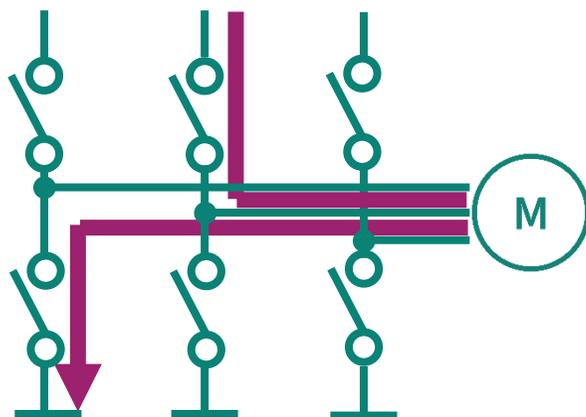
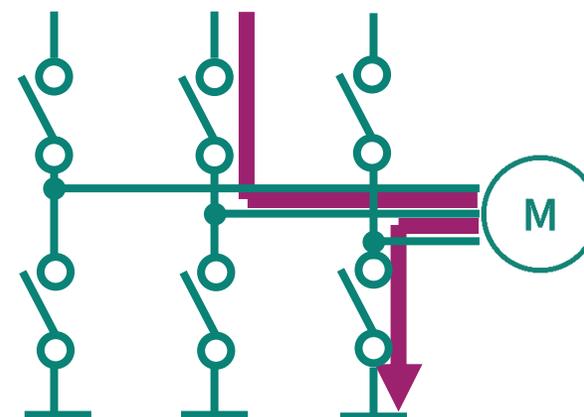
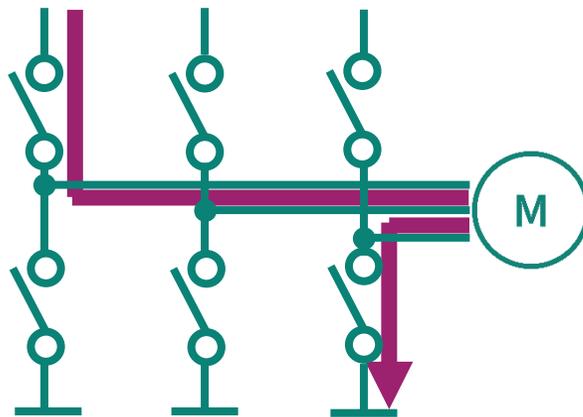
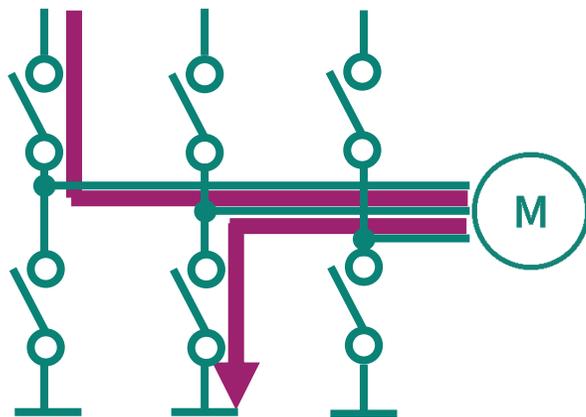


› フルブリッジ (H-Bridge)



モーターの駆動方法 / モーターに電流を流す方 電流スイッチ - 4/4

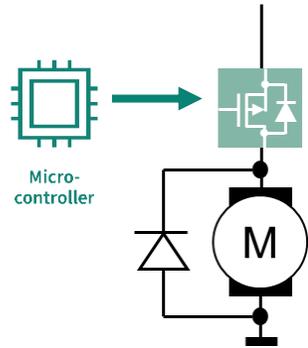
3相ブリッジ (3-phase BLDC)



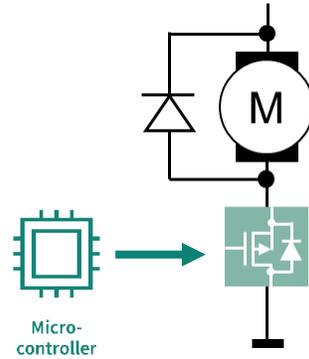
パワーMOSFET

電流をON/OFFする半導体スイッチ ⇒ モーター電流をON/OFFして制御 - 1/3

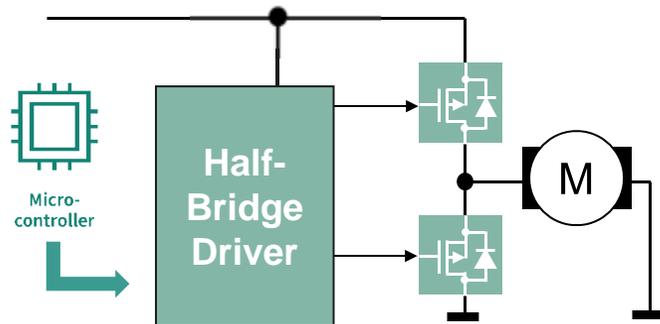
ハイサイドスイッチ (HSS)



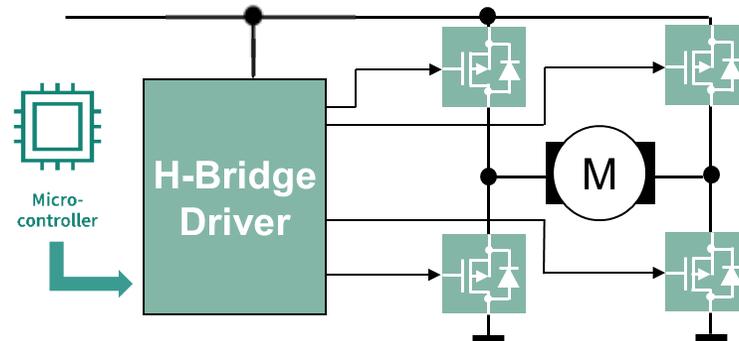
ローサイドスイッチ (LSS)



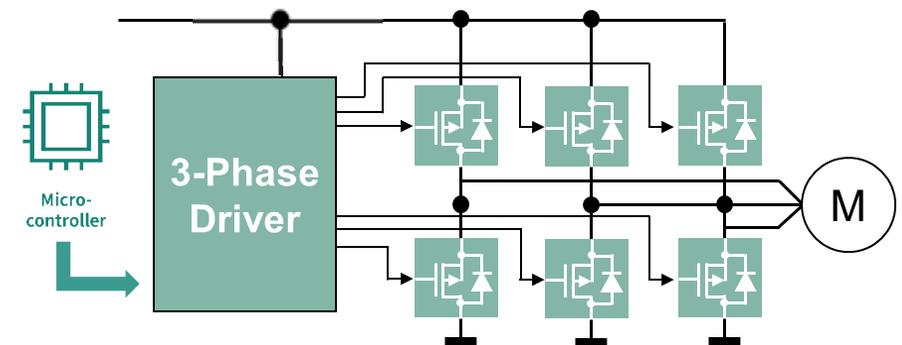
ハーフブリッジ (Half-Bridge)



フルブリッジ (H-Bridge)



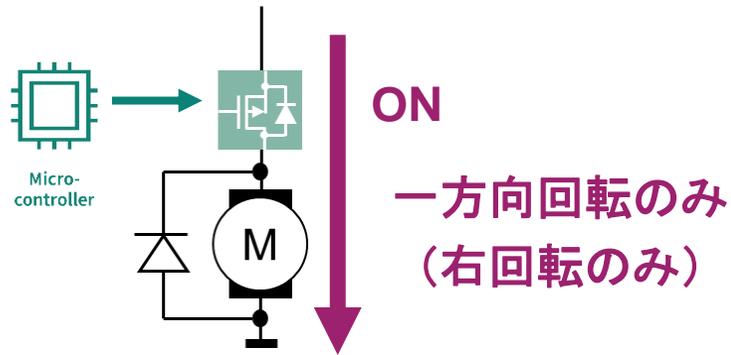
3相ブリッジ (3-phase BLDC)



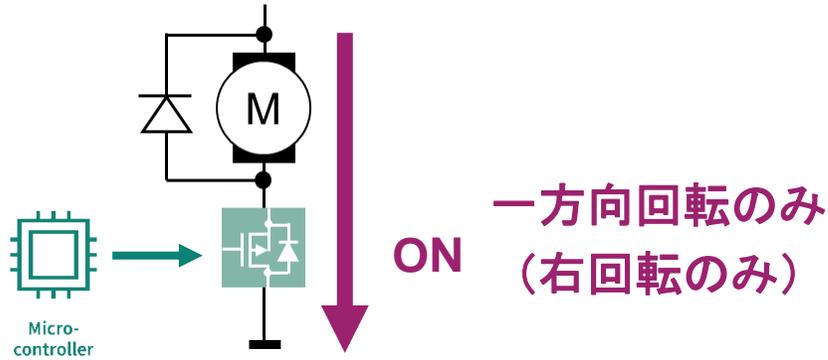
パワーMOSFET

電流をON/OFFする半導体スイッチ ⇒ モーター電流をON/OFFして制御 - 2/3

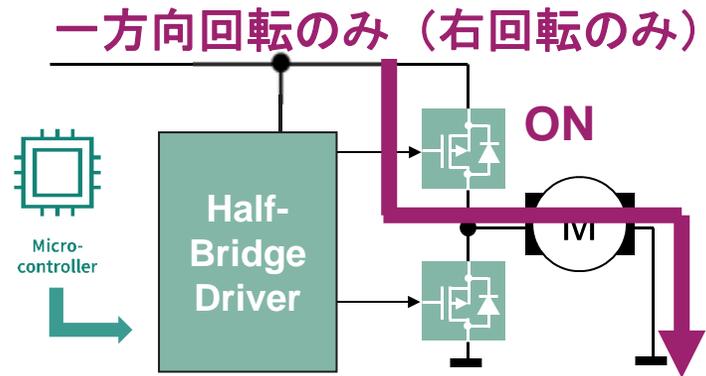
ハイサイドスイッチ (HSS)



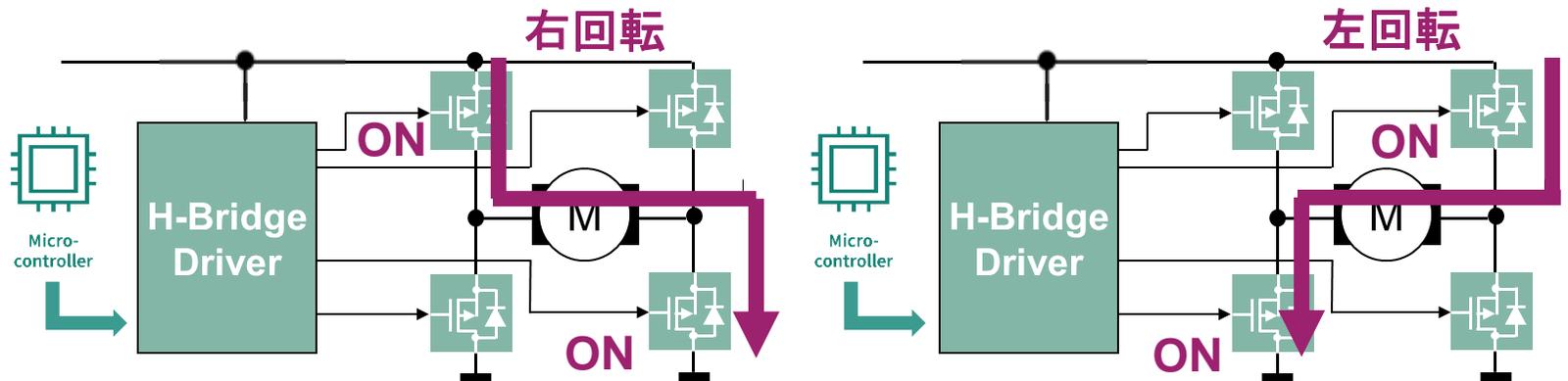
ローサイドスイッチ (LSS)



ハーフブリッジ (Half-Bridge)



フルブリッジ (H-Bridge)



パワーMOSFET

電流をON/OFFする半導体スイッチ ⇒ モーター電流をON/OFFして制御 - 3/3

3相ブリッジ (3-phase BLDC) 6x MOSFET

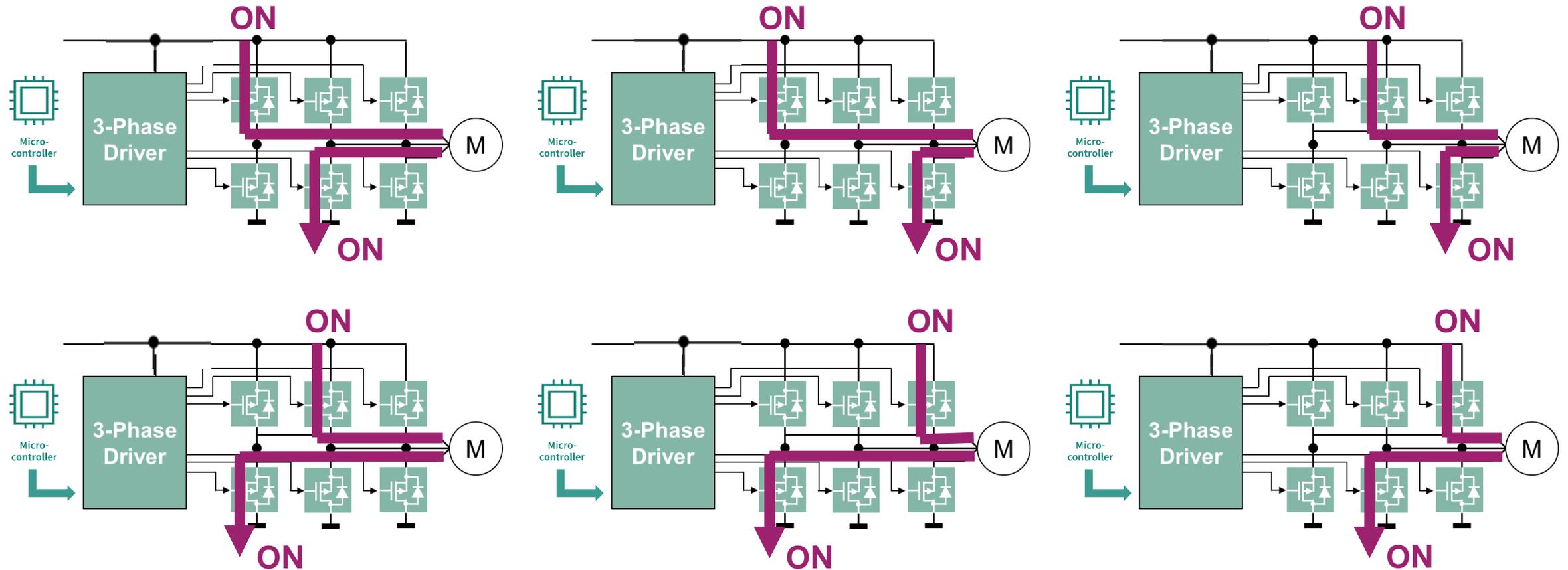


Table of contents

- 1 12V系モーター制御の概要
- 2 ドライバーICによるモーター制御
- 3 **ドライバーICの種類と選択方法**

ドライバーICの選択方法



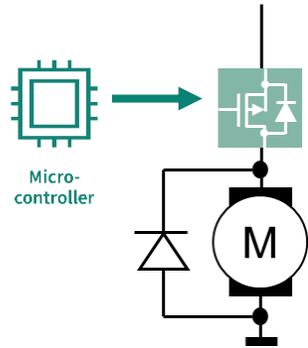
ドライバーICの選択方法



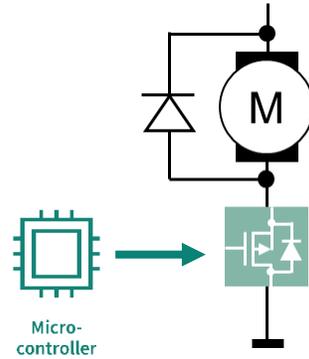
パワーMOSFET

電流をON/OFFする半導体スイッチ ⇒ モーター電流をON/OFFして制御 - 1/3

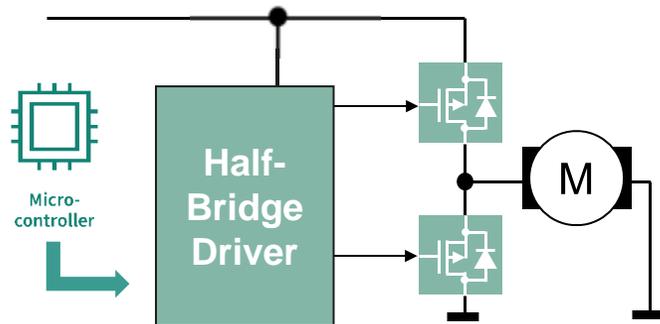
ハイサイドスイッチ (HSS)



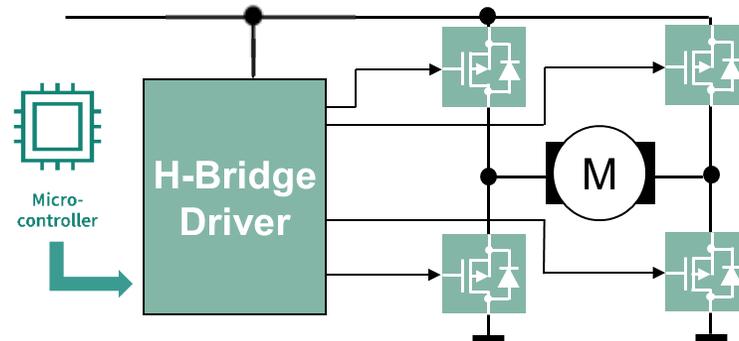
ローサイドスイッチ (LSS)



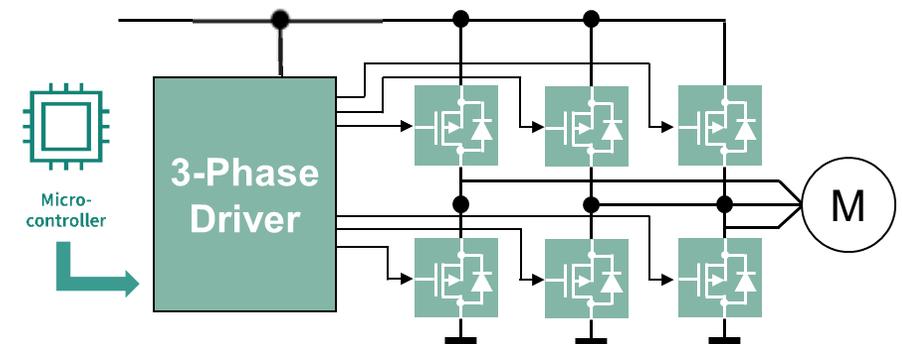
ハーフブリッジ (Half-Bridge)



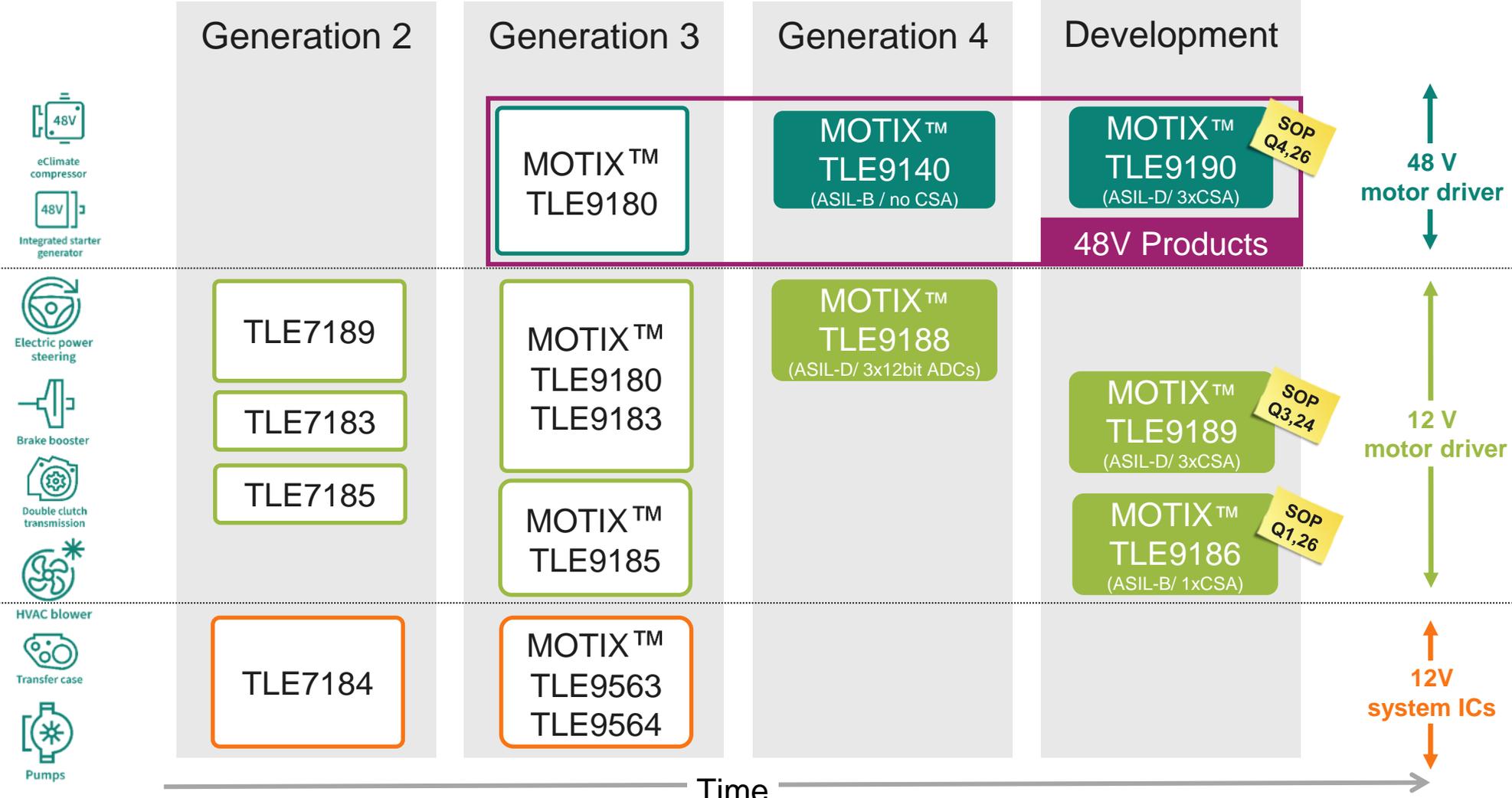
フルブリッジ (H-Bridge)



3相ブリッジ (3-phase BLDC)



BLDC (6x MOSFET) モータードライバーICの例



MOTIX™ TLE9140EQW BLDC gate driver IC

Main Features

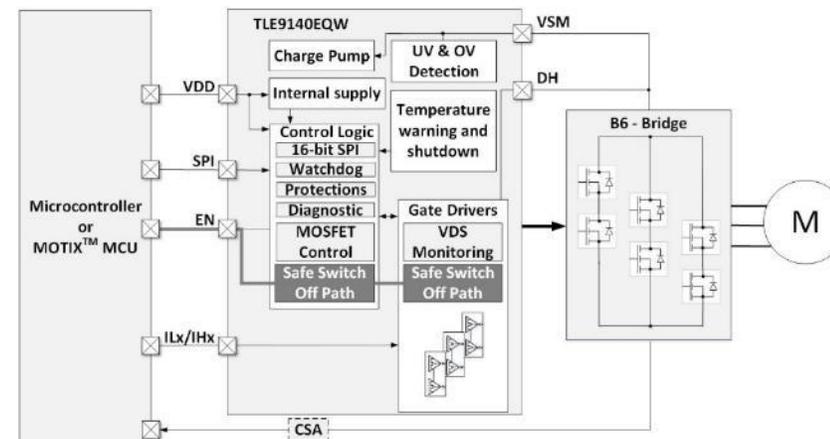
- **High voltage capability** / robustness up to 110V
- Gate driving capability: **~230nC / MOSFET up to 20kHz**
- **Adaptive MOSFET control**
- **Active LS freewheeling** during VSM OV
- **Diagnostics & Protection:**
 - Timeout-Watchdog
 - Drain-Source monitoring
 - Overvoltage & undervoltage protection
 - Cross-current & overtemperature protection
 - Off-state diagnostics
- **SPI communication**
- Safe switch off path fulfilling **ASIL-B metric**



Key Benefits

- **Easy approach & scaling** for **24V/48V** applications in conjunction with our MOTIX™ MCU TLE987x or with any other open market MCU
- **Max junction temp up to 175°C** to support challenging mission profiles
- **Maximize re-use in conjunction with MOTIX™ MCU motor control software** for faster time-to-market
- **Comprehensive diagnostic & monitoring** functions
- **Small packing design** TS-DSO-32 saving space & costs (8,65 x 3,9mm)

Application Diagram



TSDSO-32
(8.65 x 6.0 mm²)



Target Applications

- Automotive 24V/48V motor applications:
 - Pumps and fans
 - Wiper
 - HVAC compressor ...
- CAV & truck applications
- Non-automotive applications: eBike, eScooter...

Status: Active & preferred

ドライバーICの選択方法



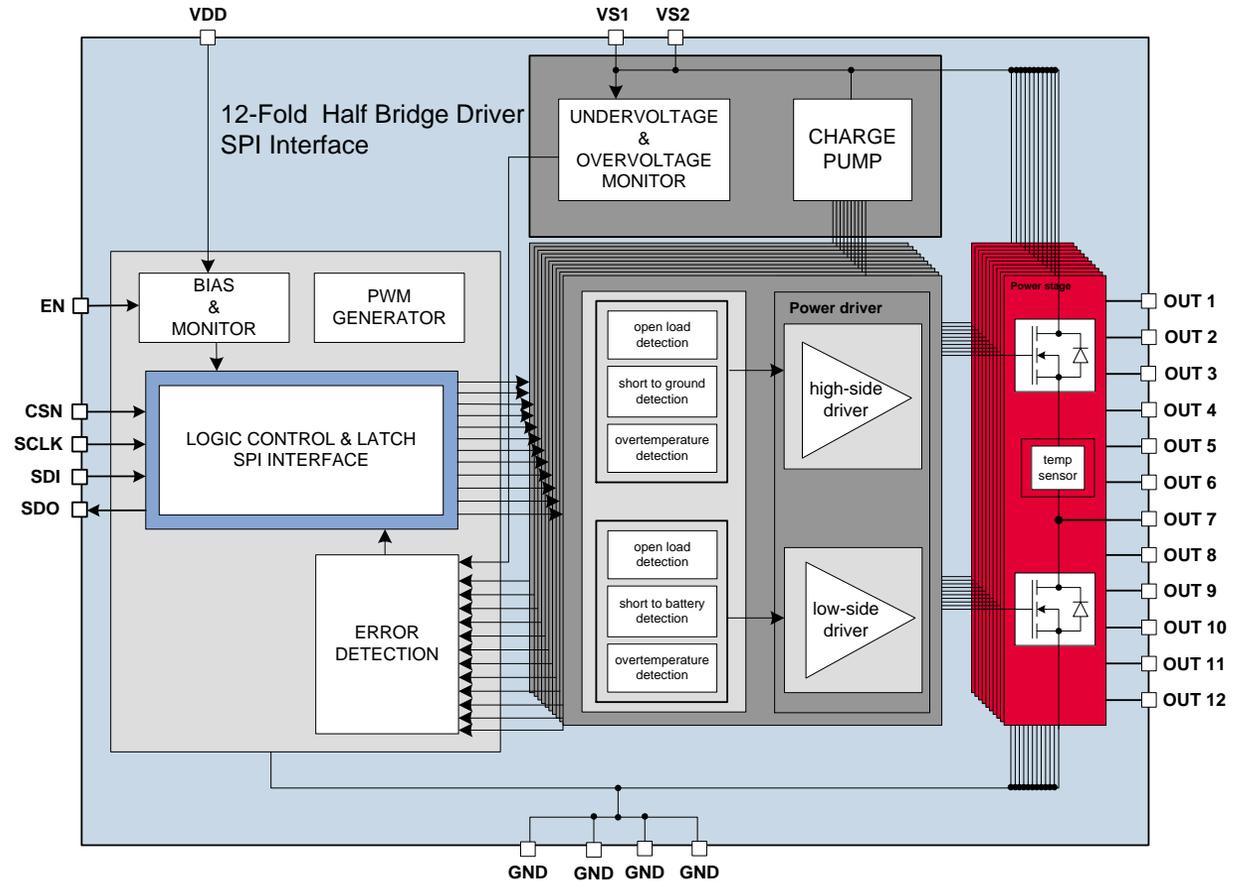
MOTIX™ Bridge

Multi Half-bridge ICs: TLE94103/04/06/08/10/12



Up to 12ch multi half-bridge in one package

	Half-bridges	I/F	Packages
TLE94103EP TLE94003EP	3	SPI Direct	TSDSO-14
TLE94104EP TLE94004EP	4	SPI Direct	TSDSO-14
TLE94106ES	6	SPI	TSDSO-24
TLE94108ES	8	SPI	TSDSO-24
TLE94110ES	10	SPI	TSDSO-24
TLE94112ES	12	SPI	TSDSO-24



Block Diagram: TLE94112



HVAC flap

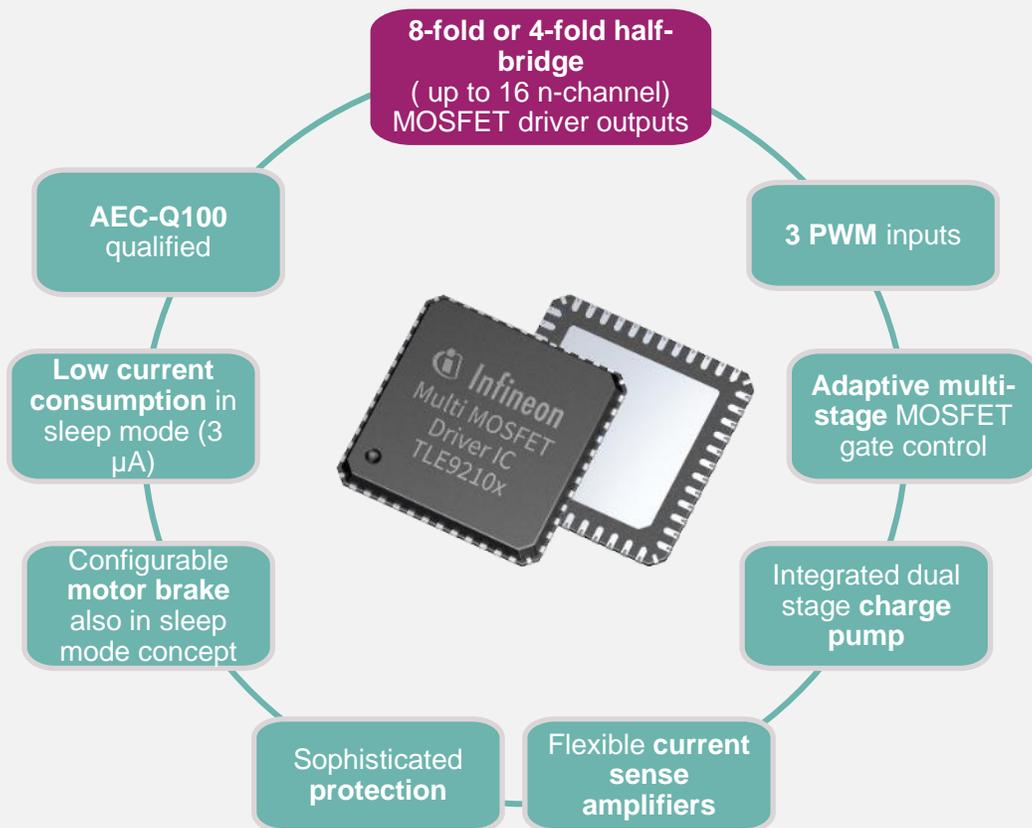


Side mirror

MOTIX™ TLE92104 and TLE92108 multi MOSFET gate driver ICs

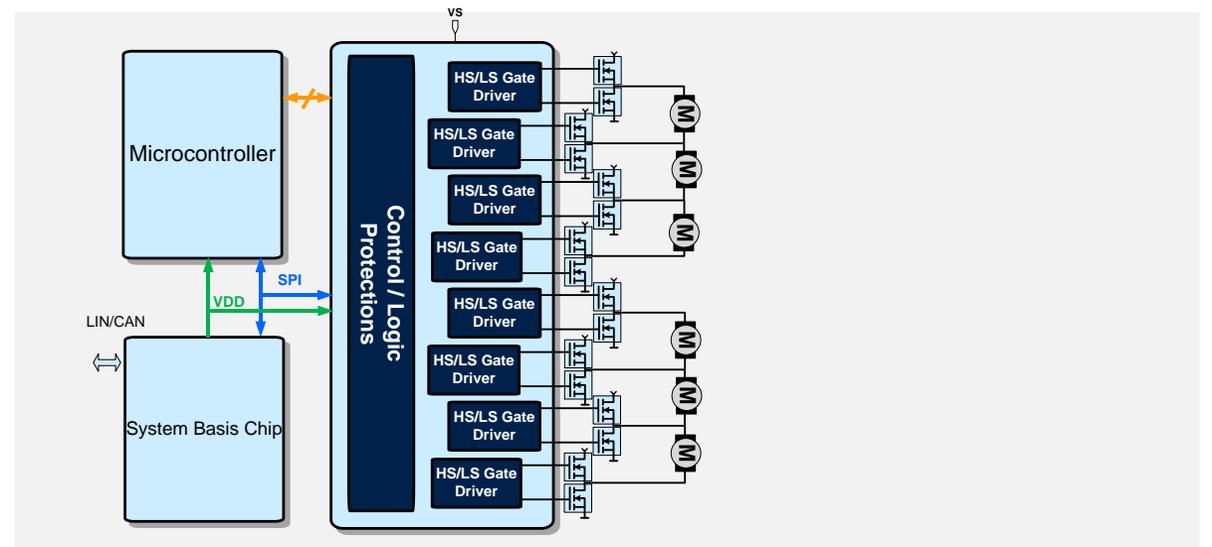
MOTIX™ multi MOSFET gate driver ICs are designed to control up to eight half-bridges with one packaged device.

Key Features



Find out more: www.infineon.com/multi-mosfet-driver

Block Diagram



Target applications



Power seat



Power lift gate



Central door lock

MOTIX™ BTM90XX full-bridge ICs

Monolithic full-bridge with integrated driver ICs



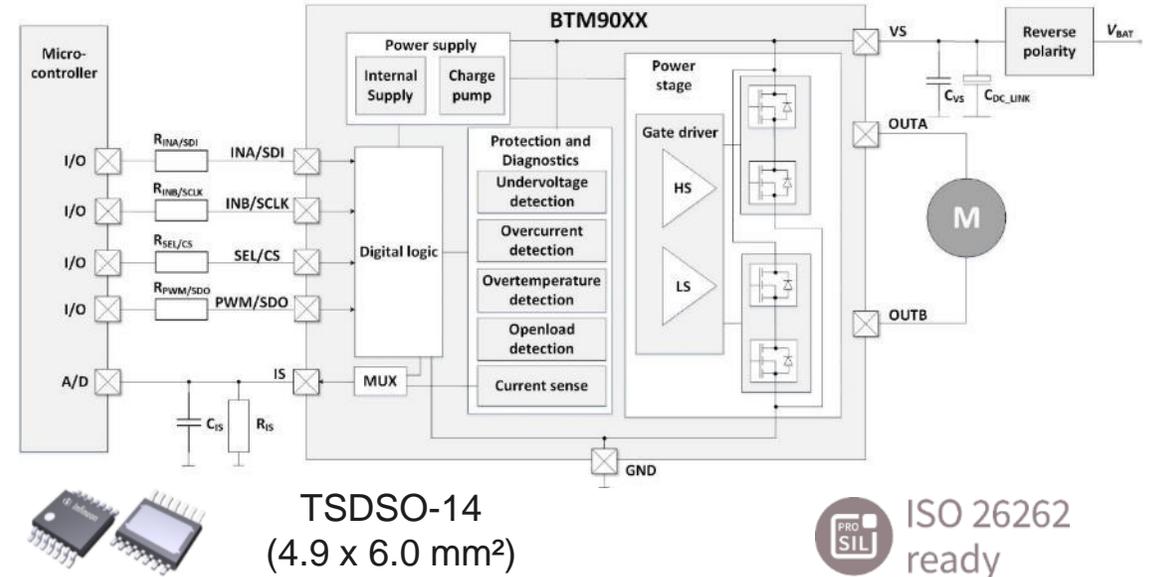
Main Features

- Supply voltage range 7 – 28 V, for transients 4.5 – 40 V
- BTM901X min current limit **10A**, 5.2A for 1sec @85°C
- BTM902X min current limit **20A**, 10A for 1sec @85°C
- PWM frequency up to 20kHz
- **SPI variants** BTM9011/21 supporting **daisy chain** operation
- **Current sense** on both high side and low side
- **2 selectable slew rate**
- Protections and diagnostics: Over current, under voltage, over temperature, open load detection, cross current protection
- Independent half-bridge mode (more flexibility)
- BTM901X supports half-bridge mode in parallel to extend the current

Key Benefits

- Extensive protections and diagnostics features
- **Smallest package** with lowest pin count
- Improved **thermal performance with exposed pad** (11mm²)
- AEC-Q100 qualified (Grade 1)
- ISO26262-ready documentation

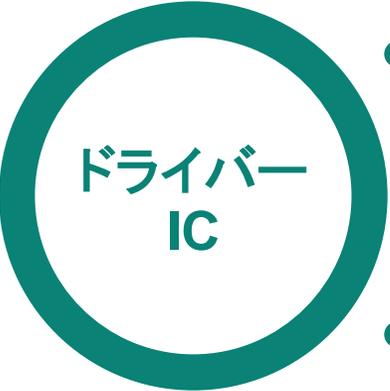
Application Diagram



Target Applications

- Automotive brushed DC motors
- Door modules
- Thermal management
- Body control modules
- Zone control modules
- Automotive inductive or resistive loads

ドライバーICの選択方法



1. モーターの種類 (DCモーター／BLDCモーター)



2. モーターの個数



3. MOSFETが内臓か (電流値小)／外付けか (電流値大)



4. マイコンが内臓か／外付けか

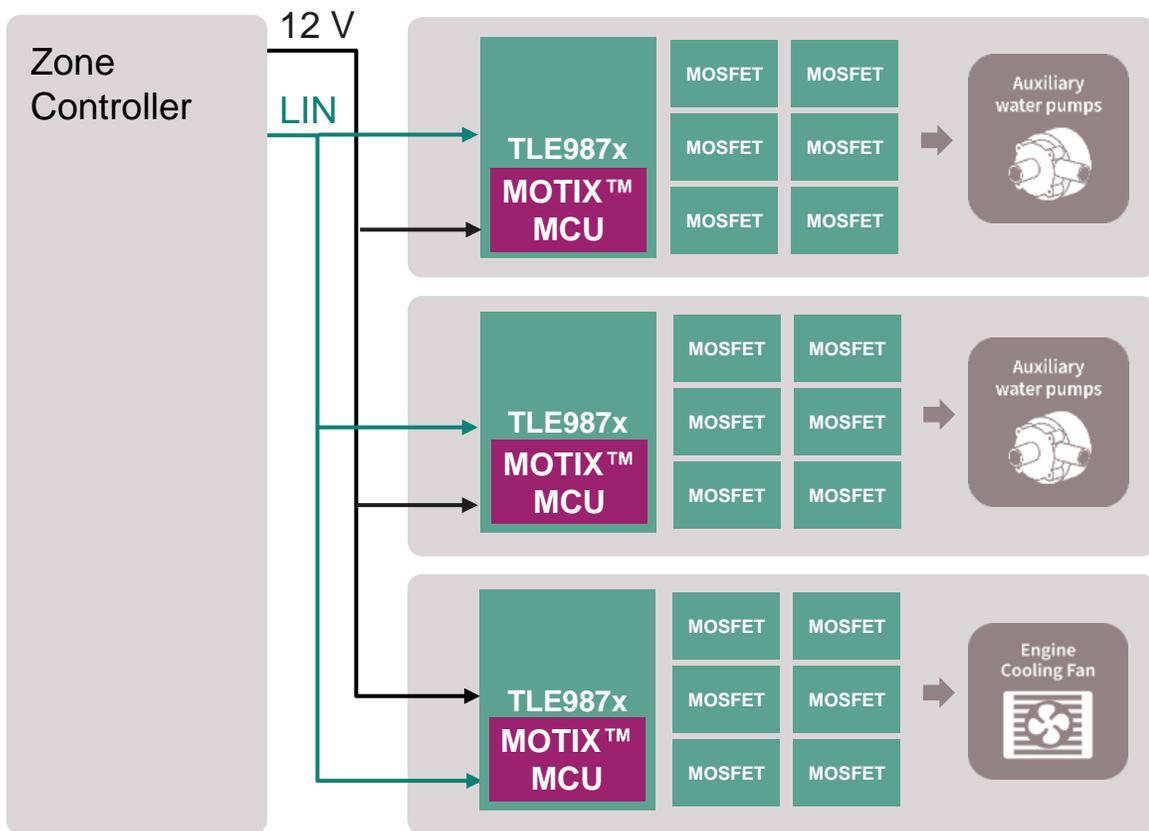


5. オン抵抗、過電流保護などのデータシートのパラメータ

自動車用モーター制御デバイス、 スマートモーターとZoneアーキテクチャの両方に対応

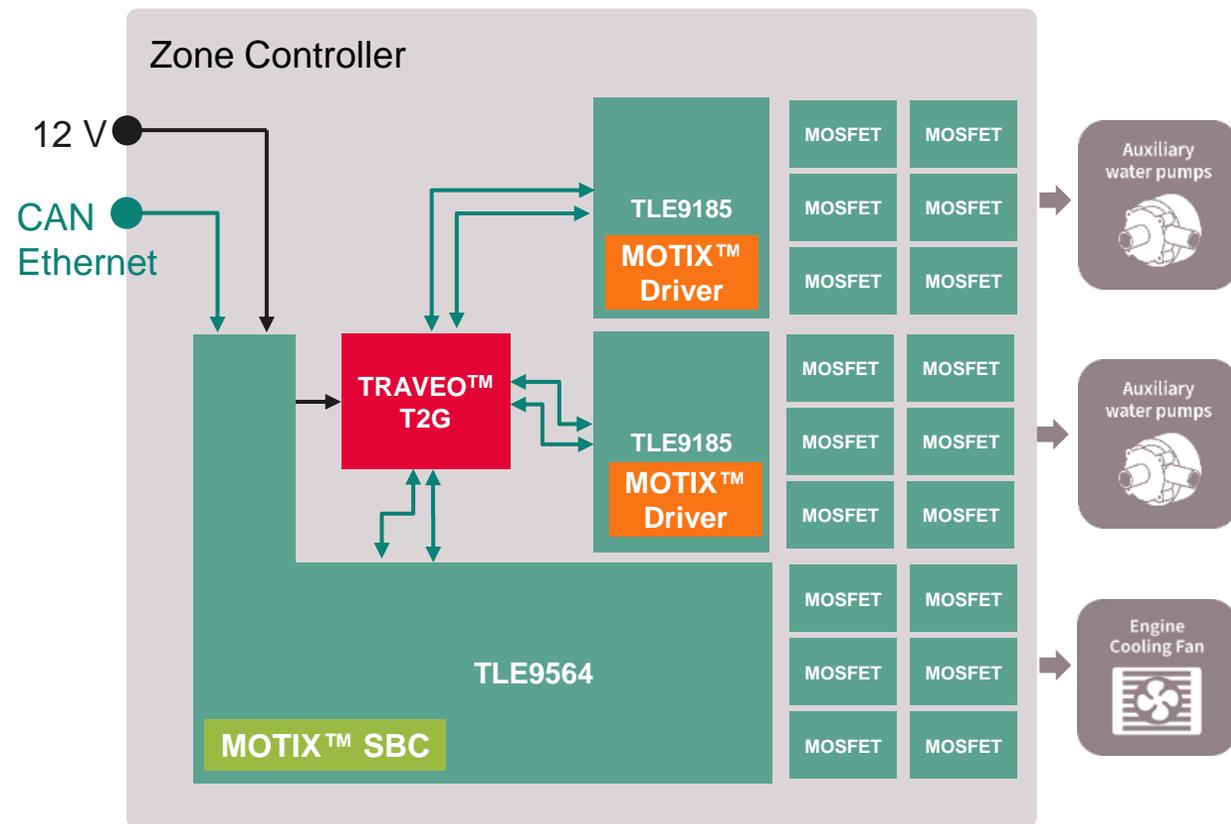
スマートモーター

- MOTIX™ MCU



Zoneアーキテクチャ

- TRAVEO™ T2G + MOTIX™ SBC + MOTIX™ Driver



ドライバーICの選択方法



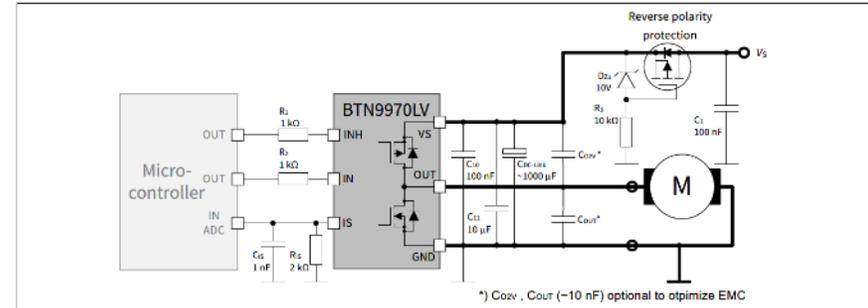
MOTIX™ Bridge

Single Half-bridge ICs: BTN9960/70/90, BTN7030

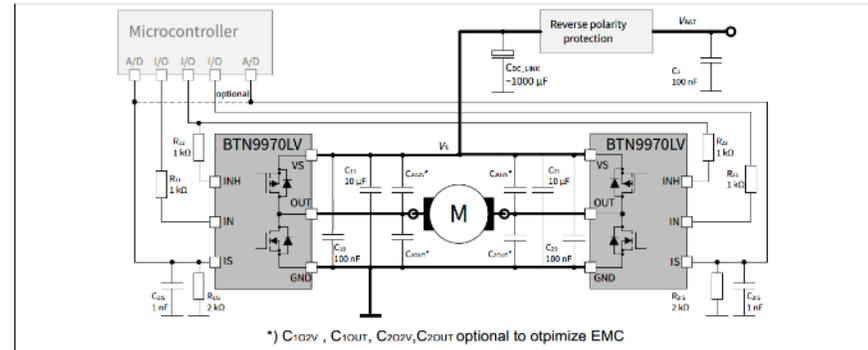


Low ohmic half-bridge IC for various motor configuration

	BTN9990LV	BTN9970LV	BTN9960	BTN7030-1EPA
Package	sTOLL	sTOLL	sTOLL	TSDSO-14EP
Package Size	7x8 mm	7x8 mm	7x8 mm	5x6 mm
RDSON path max	10 mΩ	18 mΩ	18 mΩ	62 mΩ
Current limit	75 A	60 A	35 A	14 A
Adjustable slew rate	Yes, adjustable in 8 steps via interface			No
Temp. feedback	Yes			No
Current sense accuracy	< 18%, < 6% with calibration			< 5%
Protection features	Yes			Yes
UV with recovery delay	Yes			Yes
PWM	~ 20 kHz	~ 20 kHz	~ 20 kHz	~ 2 kHz



Single half-bridge with load (motor) connected to GND



H-bridge with two BTN9970LV



Power seat



Power lift gate



Sunroof



Central door lock



Side mirror

ドライバーICのオン抵抗の例

ブロック図

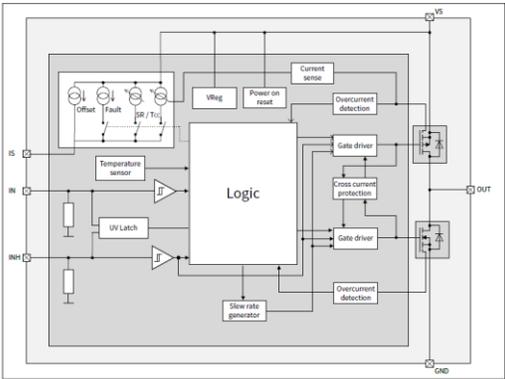


Figure 2 Block diagram

回路図

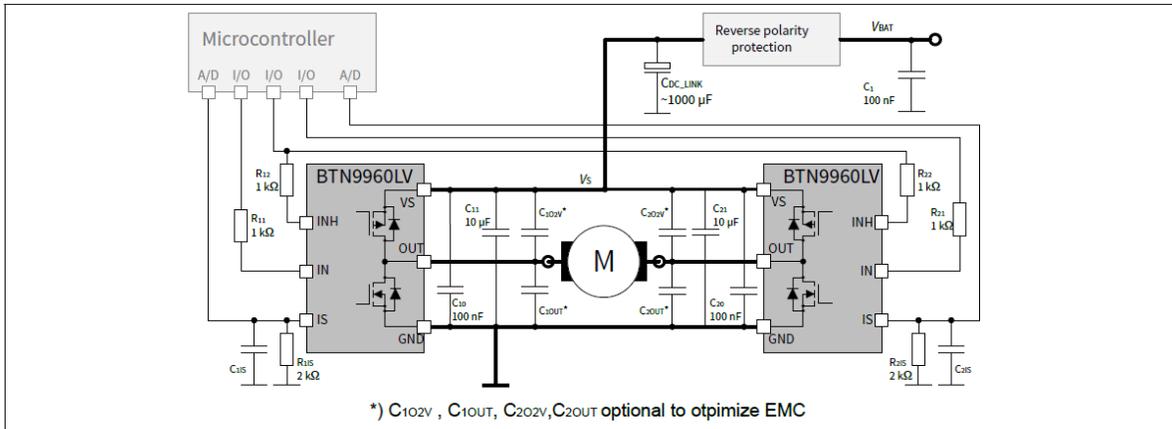


Figure 16 Application circuit: H-bridge with two BTN9960LV

BTN9960

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
High-side switch – static characteristics						
ON-state high-side resistance	$R_{ON(HS)}$	–	6.3	–	mΩ	$I_{OUT} = 15\text{ A}; V_S = 13.5\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}^{1)}$
ON-state high-side resistance	$R_{ON(HS)}$	–	9.0	11.8	mΩ	$I_{OUT} = 15\text{ A}; V_S = 13.5\text{ V}$ $T_j = 150^\circ\text{C}$

BTN9970

High-side switch – static characteristics

ON-state high-side resistance	$R_{ON(HS)}$	–	6.3	–	mΩ	$I_{OUT} = 15\text{ A}; V_S = 13.5\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}^{9)}$
ON-state high-side resistance	$R_{ON(HS)}$	–	9.0	11.8	mΩ	$I_{OUT} = 15\text{ A}; V_S = 13.5\text{ V}$ $T_j = 150^\circ\text{C}$

BTN9990

High-side switch – static characteristics

ON-state high-side resistance	$R_{ON(HS)}$	–	3.5	–	mΩ	$I_{OUT} = 15\text{ A}; V_S = 13.5\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}^{9)}$
ON-state high-side resistance	$R_{ON(HS)}$	–	5.0	6.0	mΩ	$I_{OUT} = 15\text{ A}; V_S = 13.5\text{ V}$ $T_j = 150^\circ\text{C}$

ドライバーICの過電流保護の例

電流制限

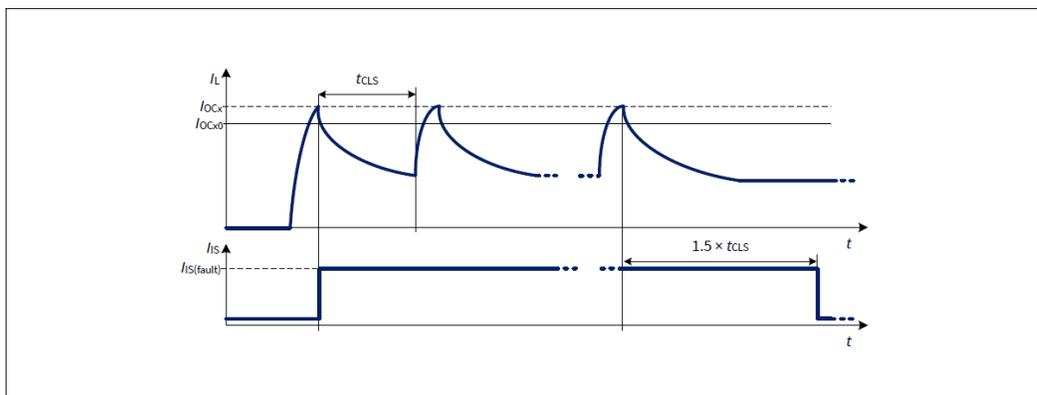


Figure 11 Timing diagram current limitation (inductive load)

MOSFETオフ

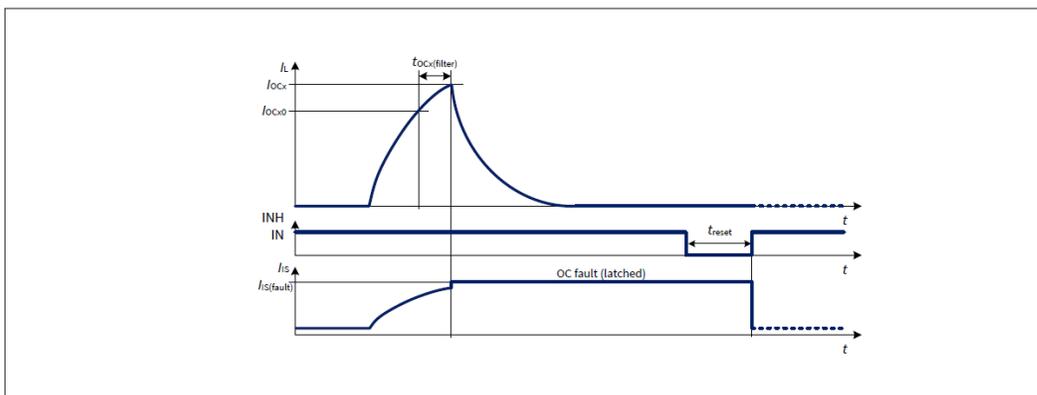


Figure 12 Timing diagram switch-OFF with latch (inductive load)

BTN9960

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Overcurrent shutdown						
Overcurrent detection level high-side	I_{OCH0}	35	47	60	A	$V_S = 13.5\text{ V}$
Overcurrent detection level low-side	I_{OCL0}	35	47	60	A	$V_S = 13.5\text{ V}$

BTN9970

Overcurrent shutdown						
Overcurrent detection level high-side	I_{OCH0}	60	80	98	A	$V_S = 13.5\text{ V}$
Overcurrent detection level low-side	I_{OCL0}	60	80	98	A	$V_S = 13.5\text{ V}$

BTN9990

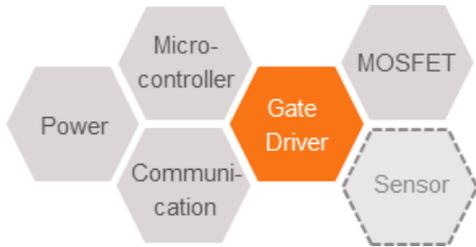
Overcurrent detection level high-side	I_{OCH0}	75	95	115	A	$V_S = 13.5\text{ V}$
Overcurrent detection level low-side	I_{OCL0}	75	95	115	A	$V_S = 13.5\text{ V}$

ドライバーICの選択方法 - まとめ1

12Vモーター制御にドライバーICからマイコン内蔵デバイスによって幅広く対応

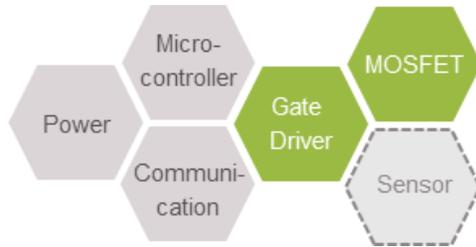
MOTIX™ Driver

外部 MOSFET 駆動



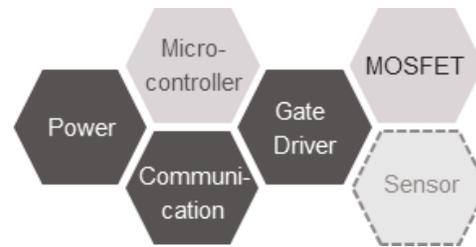
MOTIX™ Bridge

MOSFET 内蔵



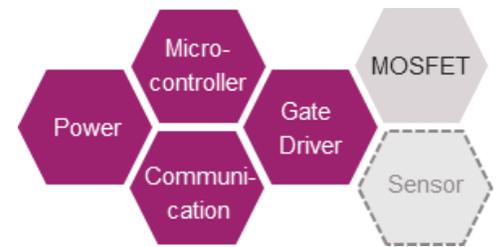
MOTIX™ SBC

電源 CAN/LIN 内蔵



MOTIX™ MCU

マイコン 電源 CAN/LIN 内蔵



Multi MOSFET Driver ICs

TLE92104/08



Single Half-Bridge ICs

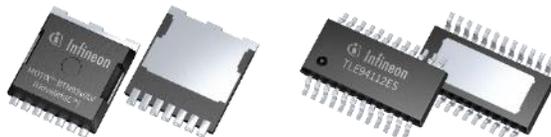
BTN9960/70/90, BTN7030

Multi Half-Bridge ICs

TLE94103/04/06/08/10/12

Full-bridge ICs

BTM9010/11/20/21



Motor System ICs

TLE9560/61/62/63/64



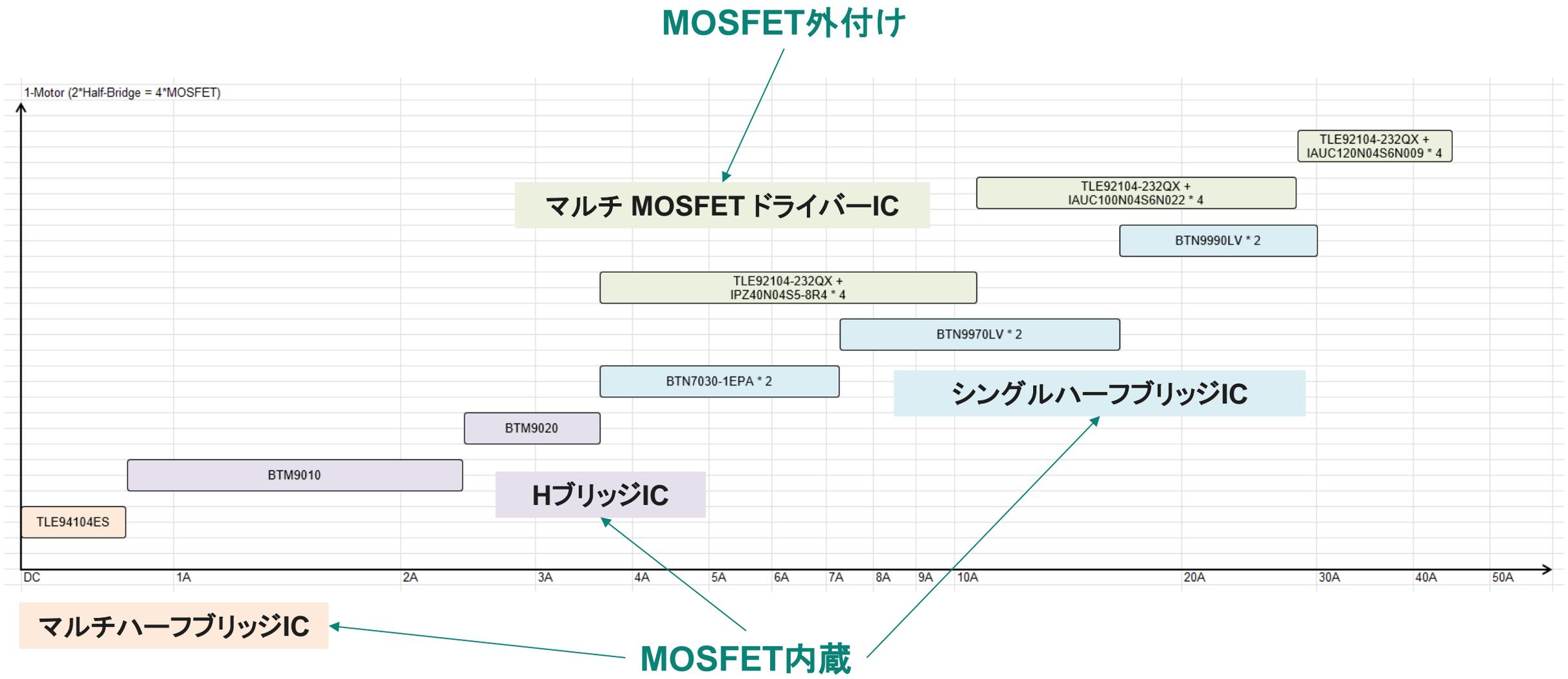
Embedded Power ICs

TLE984x/5x/6x/7x

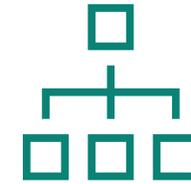
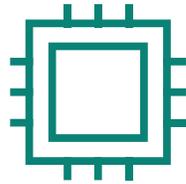


ドライバーICの選択方法 - まとめ2

モーター電流によるDCドライバーICとMOSFETの選択例



Motor Basic (Driver IC) まとめ



12V系モーター制御

ドライバーICによるモーター制御

ドライバーICの種類と選択

サーマル マネージメント システム



ドアコントロールシステム



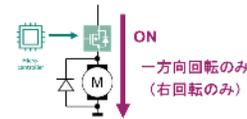
シートコンフォートシステム



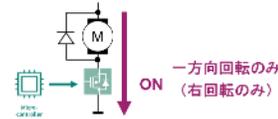
クロージャースystem



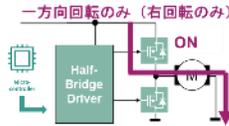
ハイサイドスイッチ (HSS)



ローサイドスイッチ (LSS)



ハーフブリッジ (Half-Bridge)



フルブリッジ (H-Bridge)

