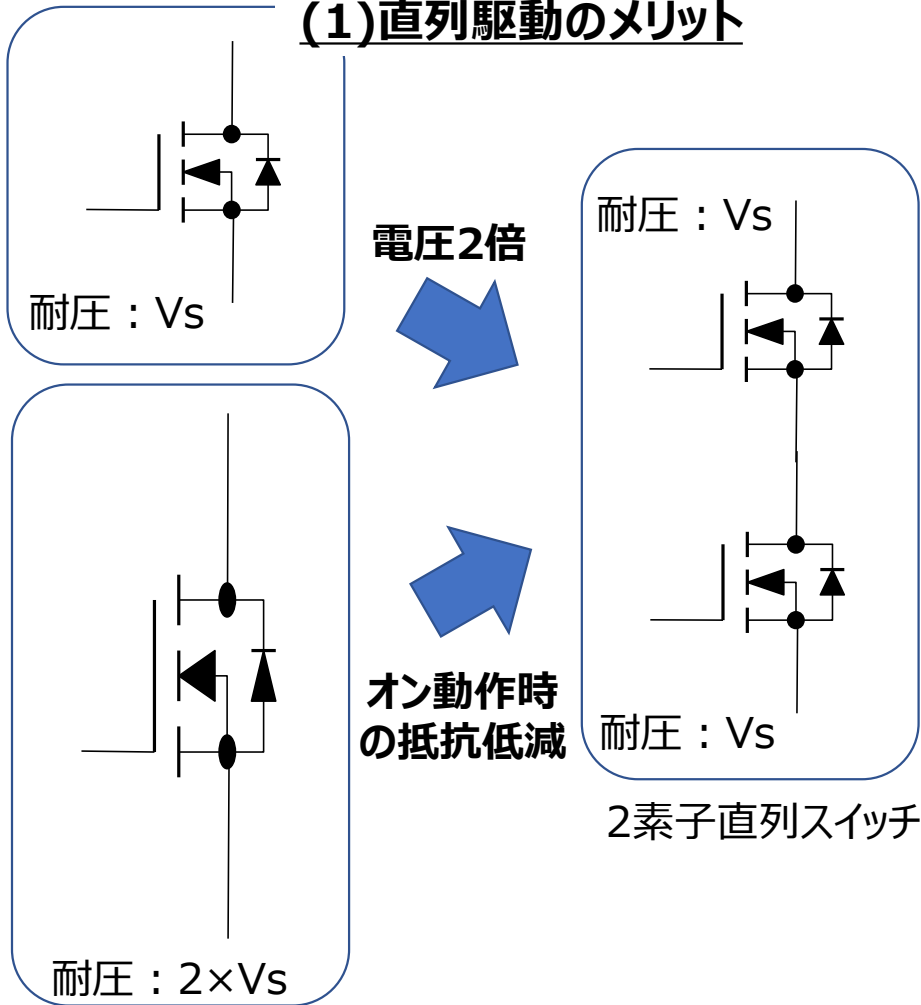


2. パワー半導体素子直列駆動技術の研究

- ①中西, 浦壁, 萩原, 中嶋, 檜垣, 地道
「ゲート磁気結合方式を用いたSiC-MOSFET/SiC-SBDパワーモジュール直列駆動に関する研究」, 電気学会半導体電力変換研究会, SPC-22-009/MD-22-009 (2022)
- ②石井, 浦壁, 萩原, 中嶋, 檜垣, 地道
「ゲート磁気結合トランスとコンデンサを併用したSiC-MOSFET/SiC-SBDスイッチング素子の直列駆動に関する研究」, 2022年電気学会産業応用部門大会, 1-40 (2022)
- ③石井, 神田, 浦壁, 萩原, 糸川, 檜垣,
「ゲート磁気結合トランスとコンデンサを併用したSiC-MOSFET/SiC-SBDスイッチング素子の直列駆動に関する研究」, 電気学会半導体電力変換研究会, SPC-23-167 (2023)
- ④神田, 石井, 浦壁, 萩原, 糸川, 檜垣,
「ゲート磁気結合方式を用いた駆動回路におけるゲート電圧振動抑制方法」, 電気学会 電子デバイス/半導体電力変換 合同研究会, EDD-23-029/SPC-23-212, 2023
- ⑤神田, 石井, 浦壁, 萩原, 糸川, 檜垣
「トランス並列ダンピング方式とコンデンサを併用した直列素子の電圧アンバランス抑制方法」, 令和6年電気学会全国大会, 4-014 (2024)

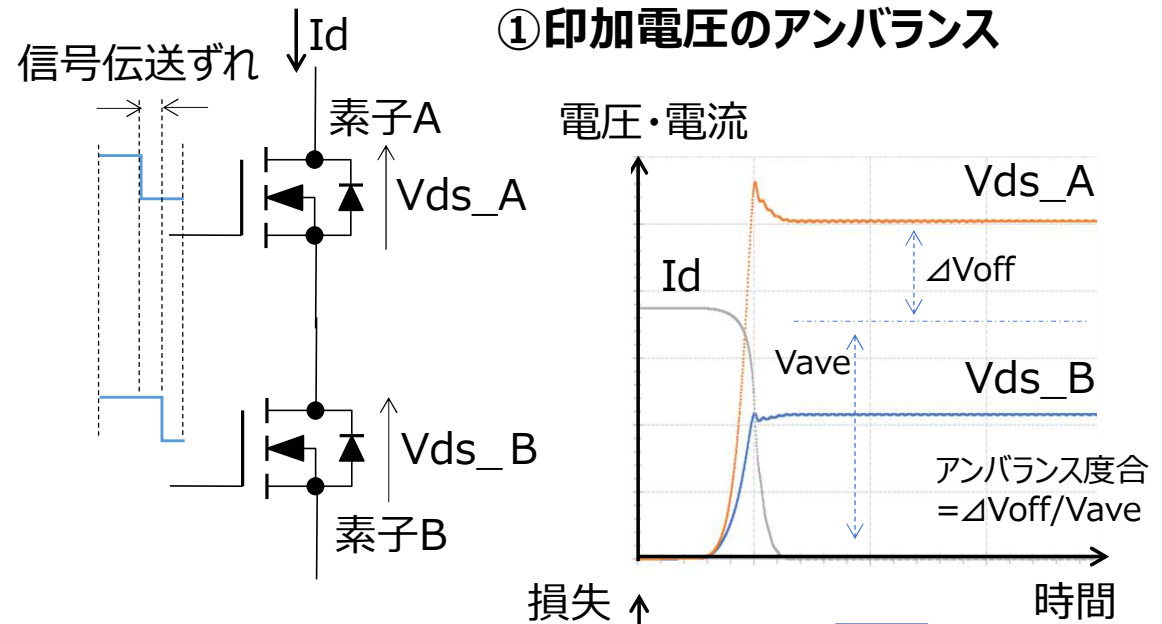
【目的】 パワエレ機器の低損失化・低コスト化促進のための
 パワー半導体モジュール直列駆動技術の実現

(1)直列駆動のメリット

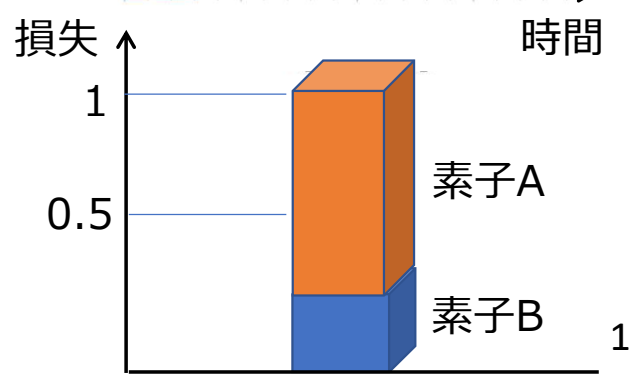


(2)直列駆動の課題

①印加電圧のアンバランス



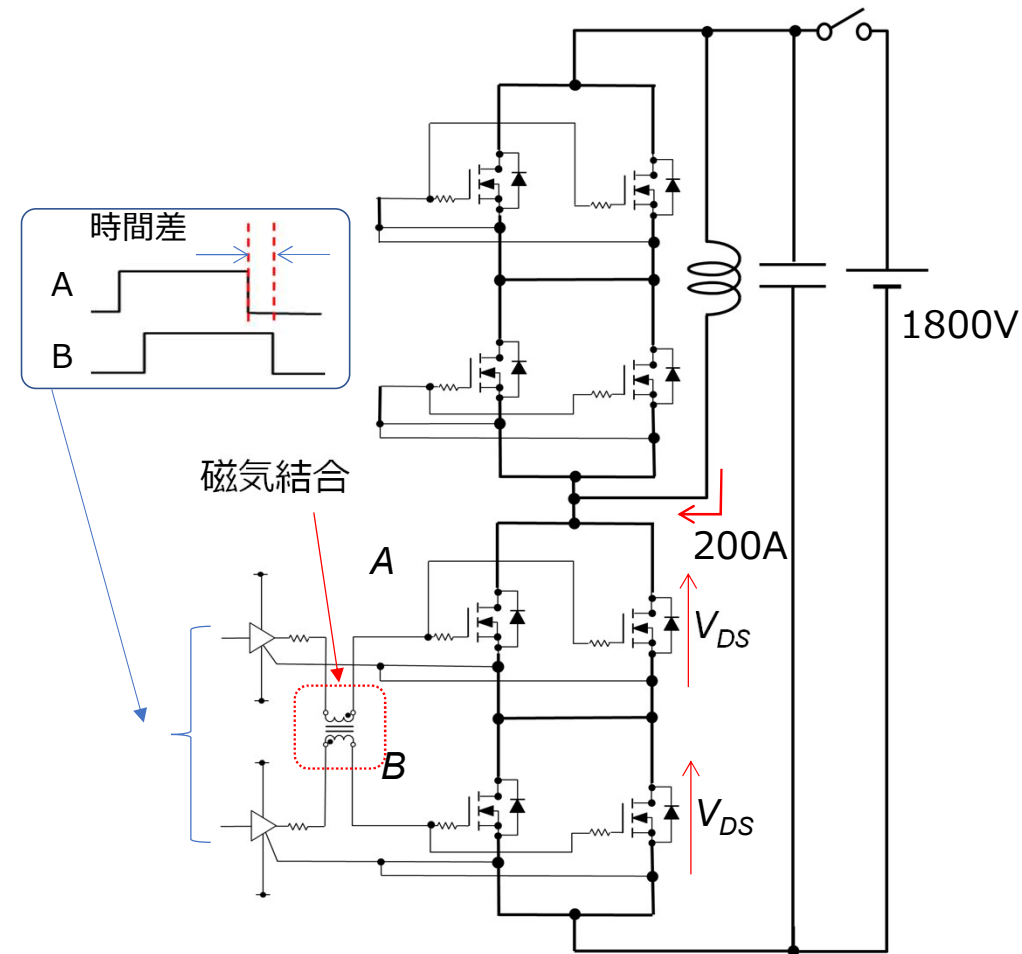
②発熱（損失）のアンバランス



【研究内容】

- ✓ スwitchング時の電圧アンバランスを改善するゲート磁気結合方式⁽¹⁾を選択
- ✓ ゲート磁気結合方式に下記をプラスした方式を提案
 - ① スwitchング速度を変えることなく, ゲート電圧の振動を抑制するダンピングゲート駆動方式
 - ② VDS電圧アンバランスをさらに改善するDG端子間にコンデンサを追加する方式
- ✓ 3.3kV/750ASiCパワーモジュール2直2並列構成実験設備で, 提案方式を検証

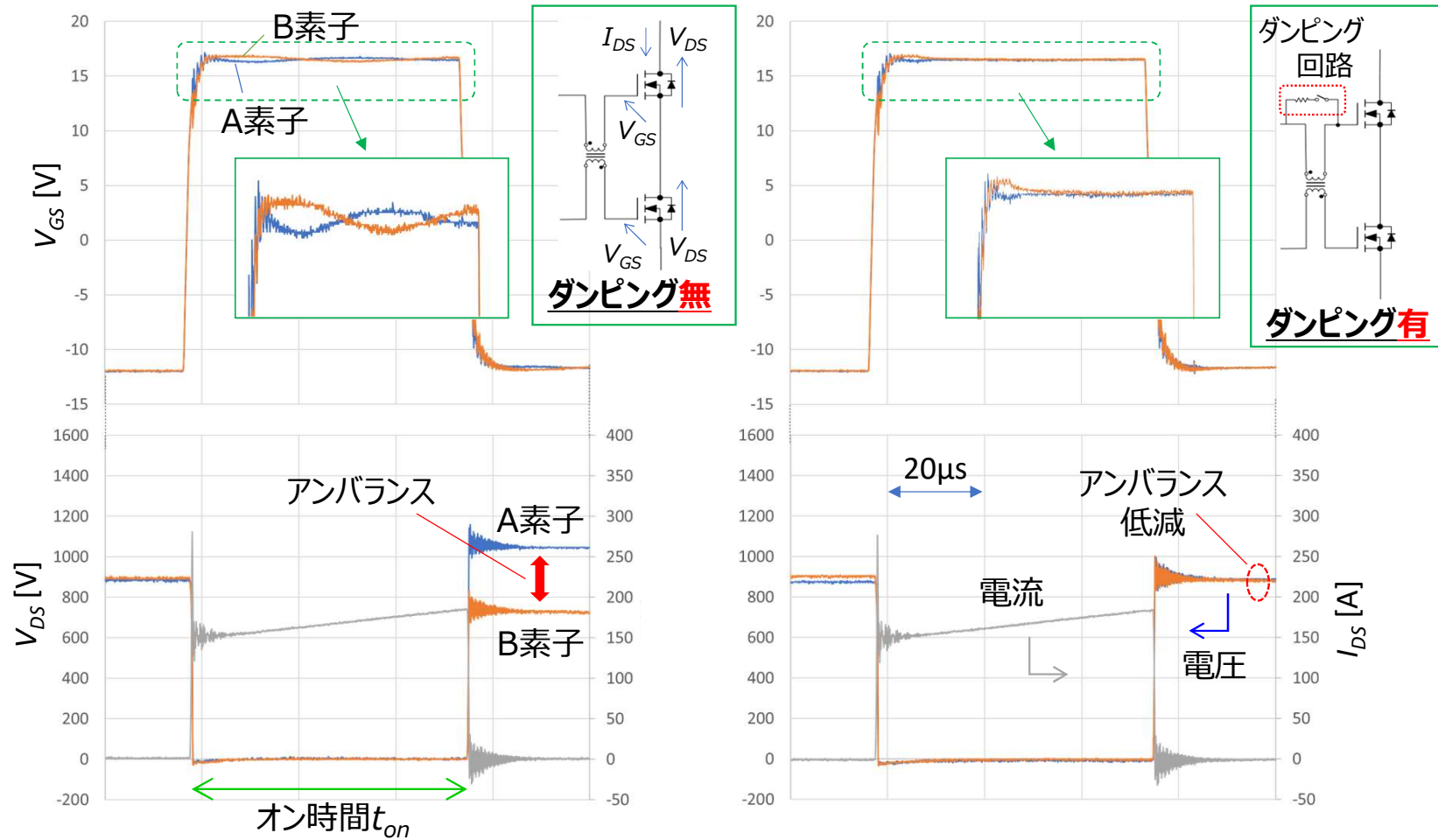
(1) Kiyooki Sasagawa, Yasushi Abe, and Kouki Matsuse, "Voltage-Balancing Method for IGBTs Connected in Series", IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, VOL. 40, NO. 4, JULY/AUGUST 2004, 1025-1032 (2004)



3.3kV SiCパワーモジュール2直2並列構成実験設備

1. ダンピングゲート駆動方式の提案

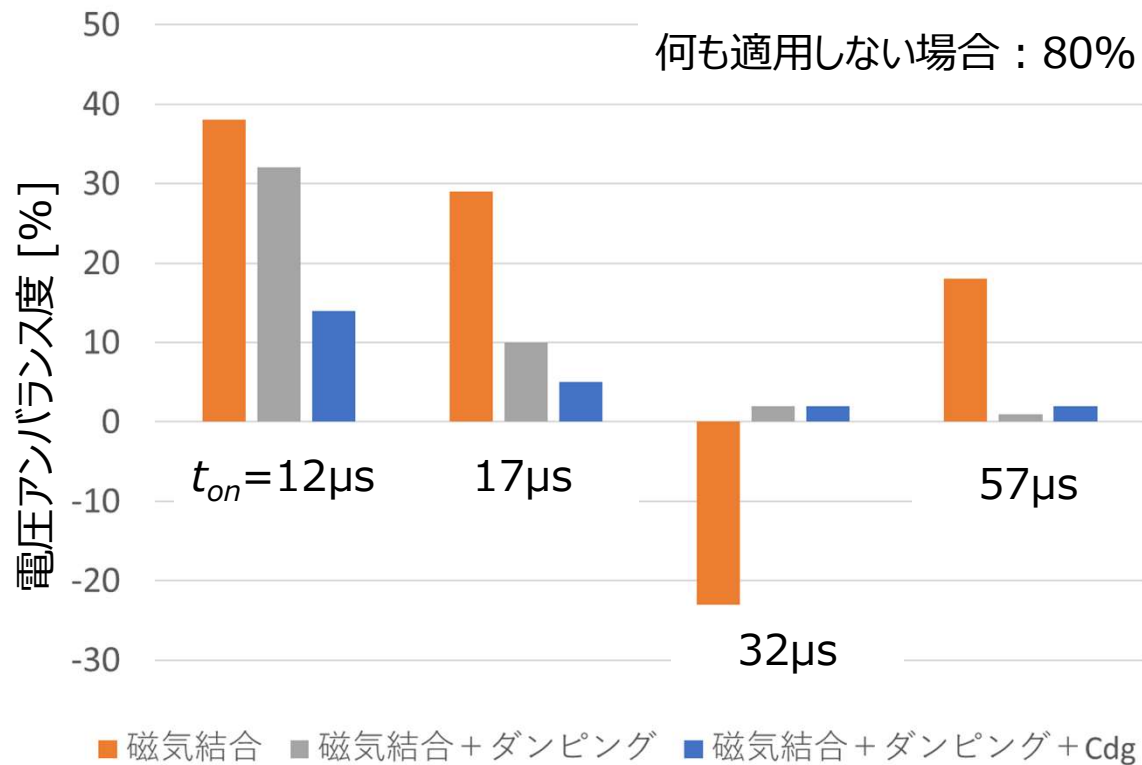
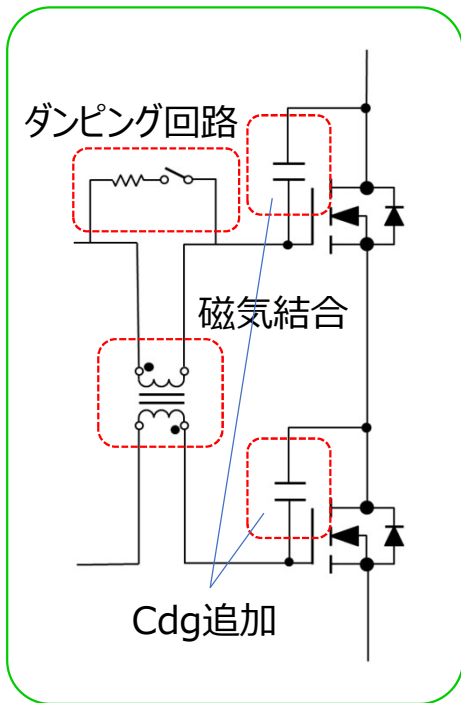
ダンピングゲート駆動方式にて、ゲート電圧振動を抑制し電圧アンバランスを大幅に低減



ダンピング駆動方式無有の V_{GS} , V_{DS} , I_{DS} 波形 (ゲート信号時間差150nsの条件)

2. 磁気結合 + ダンピングゲート駆動 + DG端子間コンデンサ追加 方式の提案

ダンピングゲート駆動方式とDG端子間にコンデンサを追加する方式の併用で電圧アンバランスをさらに改善



(オレンジ)
ゲート電圧振動のため、磁気結合のみだと正負に電圧アンバランスが発生する。

(グレー)
ダンピング方式により、電圧アンバランスを抑制

(ブルー)
コンデンサ追加方式により、特にオンパルス幅が短い領域で電圧アンバランスをさらに改善

オンパルス時間 t_{on} ごとの電圧アンバランス度
(ゲート信号時間差150nsの条件)