

技術発表会

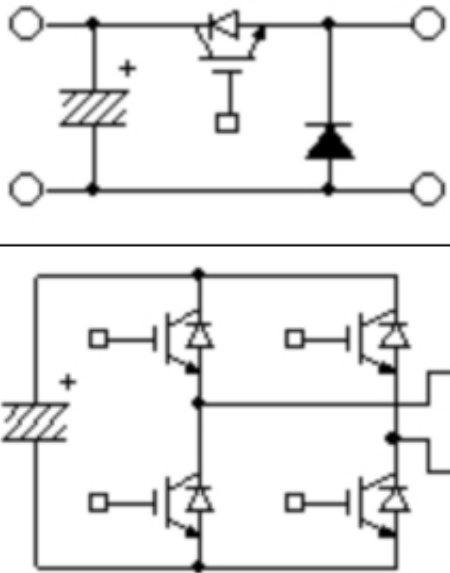
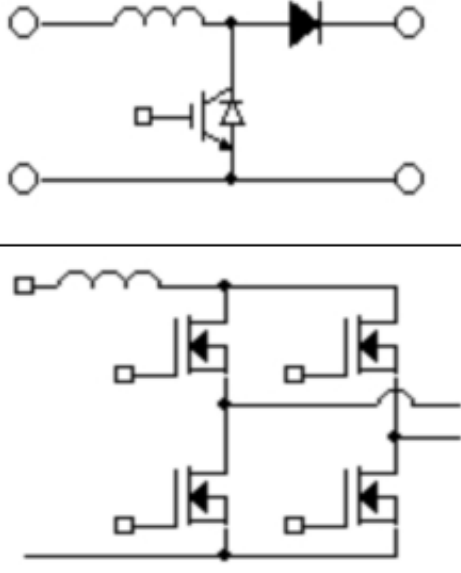
電流モードによる 制御回路の紹介

1. 電圧形 と 電流形

変換器の特性として、電圧形と電流形がある。

電圧形 — — — 電圧源 (キャパシタ) を入力源とする。

電流形 — — — 電流源 (インダクタ) を入力源としている。

	電 圧 形	電 流 形
回 路		
特 徴	<ul style="list-style-type: none"> ○ パワー供給源は コンデンサ ○ L: 小 C: 大 (Lが小さいのでコスト低) ○ 出力のインピーダンス低い ○ 電流は負荷の影響を受ける 	<ul style="list-style-type: none"> ○ パワー供給源は インダクタ ○ L: 大 C: 小 (Lが大きいののでコスト高) ○ 出力のインピーダンス高い ○ 電圧は負荷の影響を受ける

2. 電圧形回路による電流モード制御

回路形は電圧形であるが、電流を制御する方式

2-1 特徴

(1) 位相遅れが1次遅れのため、**制御設計が容易**で、**高速応答**が可能。

スイッチング電源は一般にLCフィルタにより、電圧は2次遅れとなっているため、十分な位相補償の検証が必要。

(2) 電流を制御しているため、トランスの偏磁・飽和などの**過電流に成りにくい**

半導体素子が破損しにくい。

(3) 電流を制御しているため、**並列運転**時におけるアンバランスが発生しない

並列冗長運転が容易。

(4) **負荷インピーダンスの影響を受けにくい**。

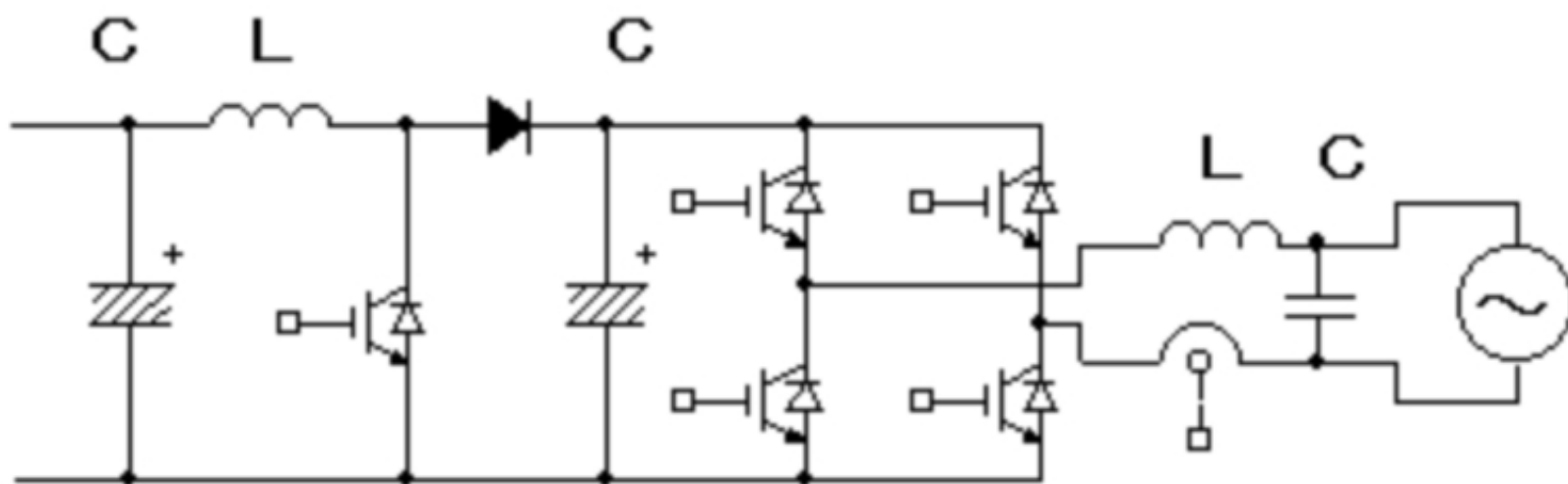
(定電流動作により、出力インピーダンスが高いため)



3. 電流モード制御による製品開発

(1) 系統連系インバータ。(太陽光)

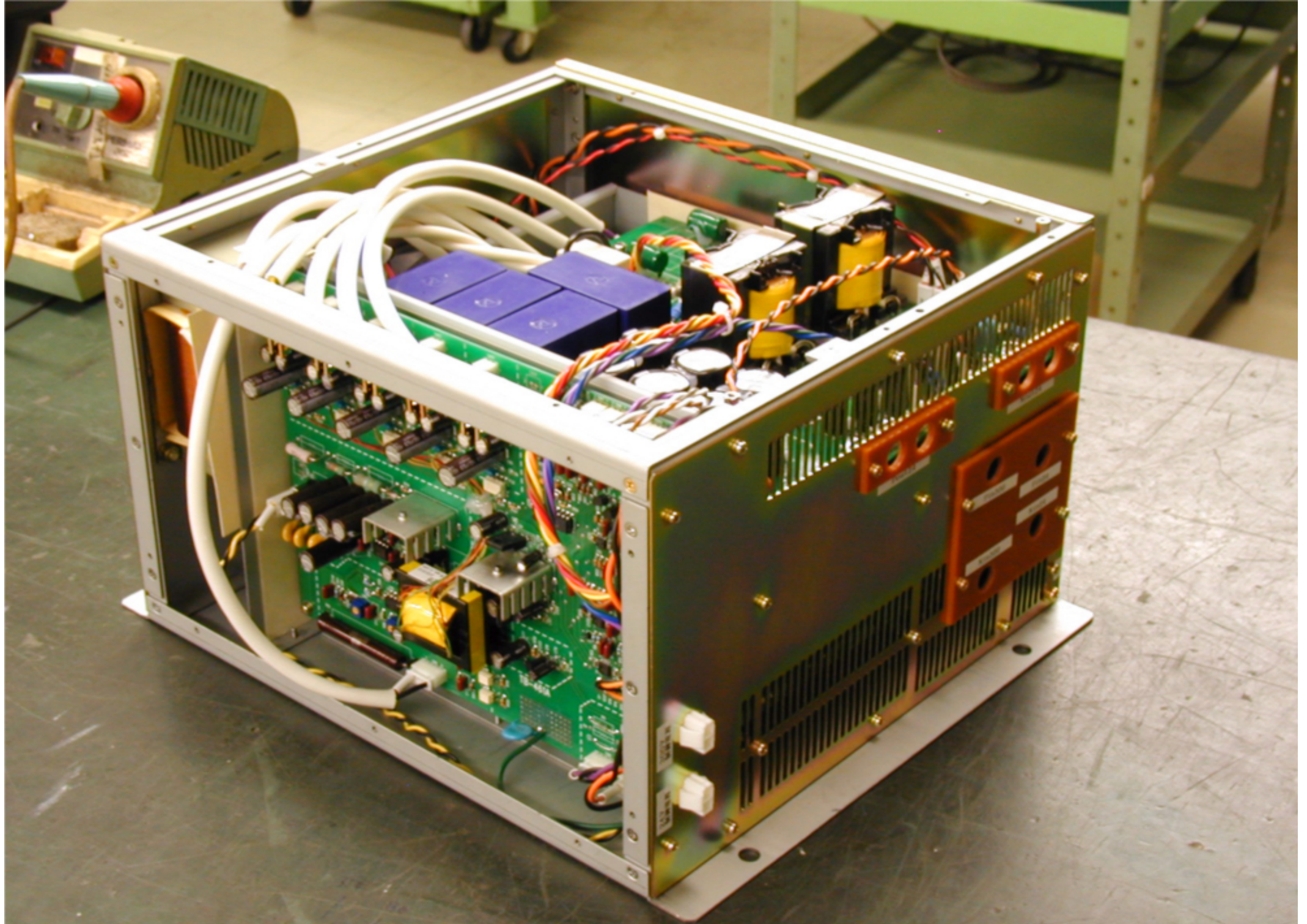
インバータは電圧形であるが、系統連系は定電流制御で正弦波状の電流を力率1で系統に流し込んでいる。(電流制御を行っている、電流モードで動作している)



電圧モードで制御する場合

交流安定化電源やUPSは電圧モードで動作しており、負荷インピーダンスにより流れる電流は変化する。(電圧は一定に保たれる)

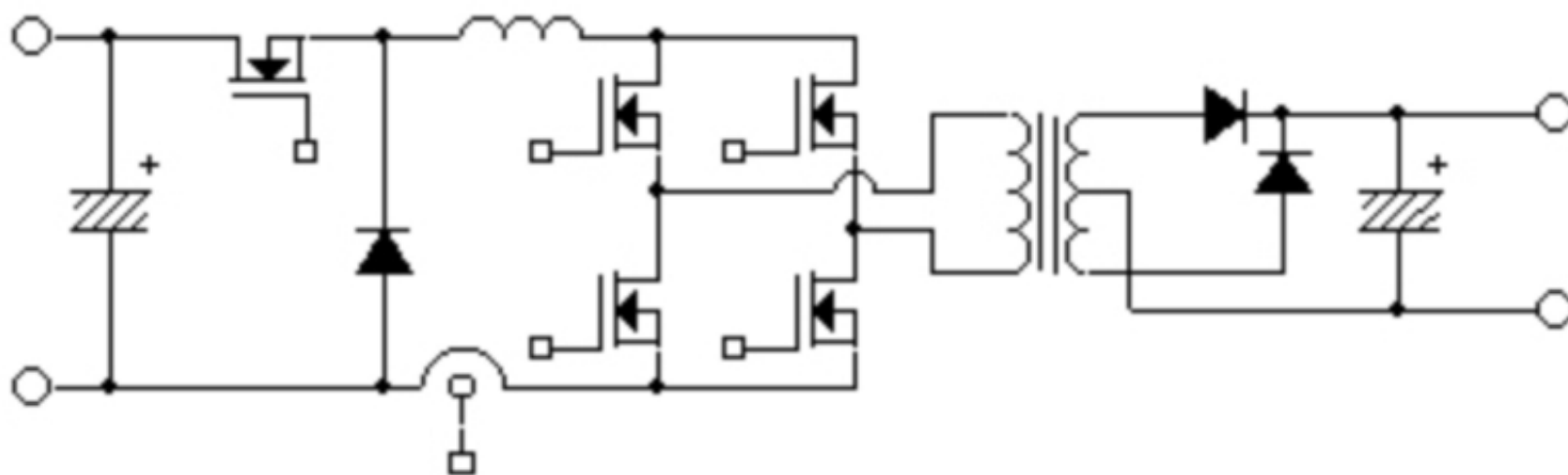
パワー回路では、LCが交互に配置される。(C-Cでは過電流、L-Lは過電圧となる)

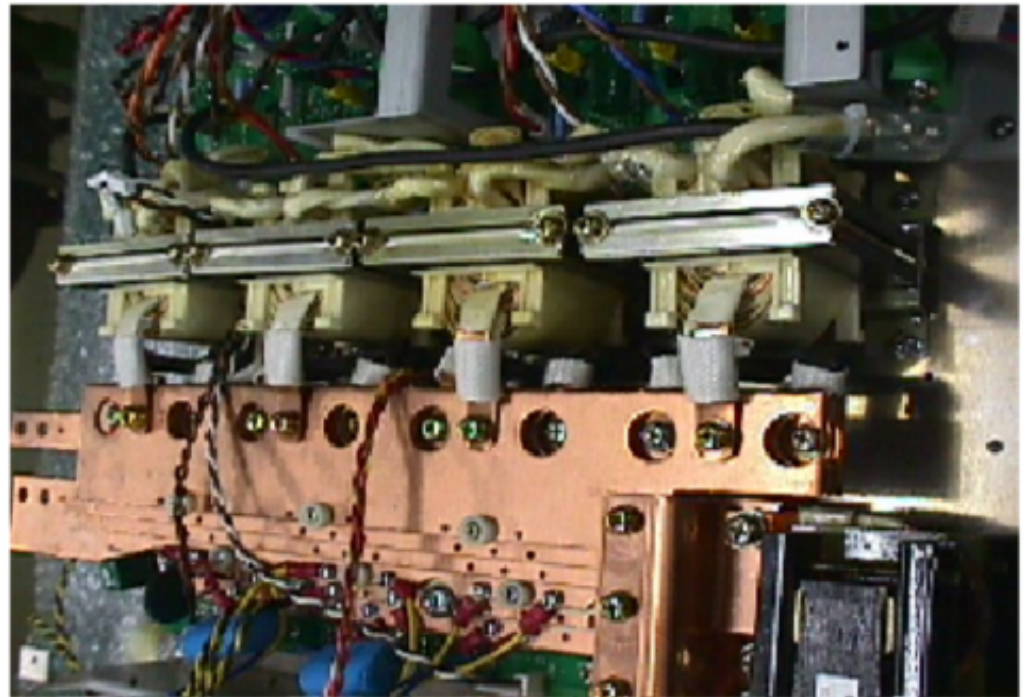
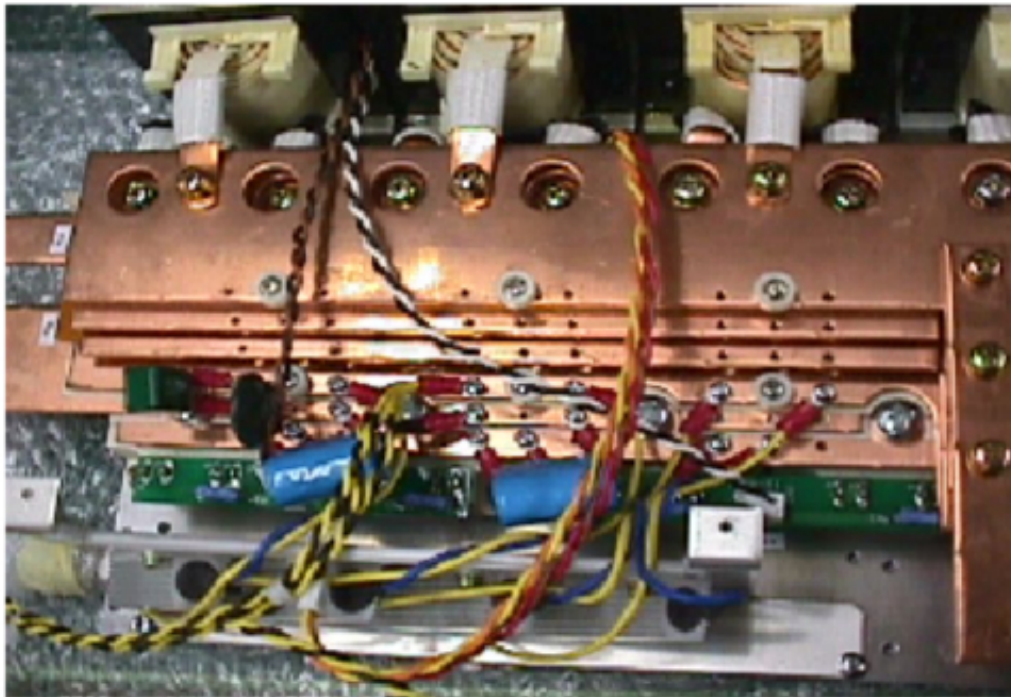
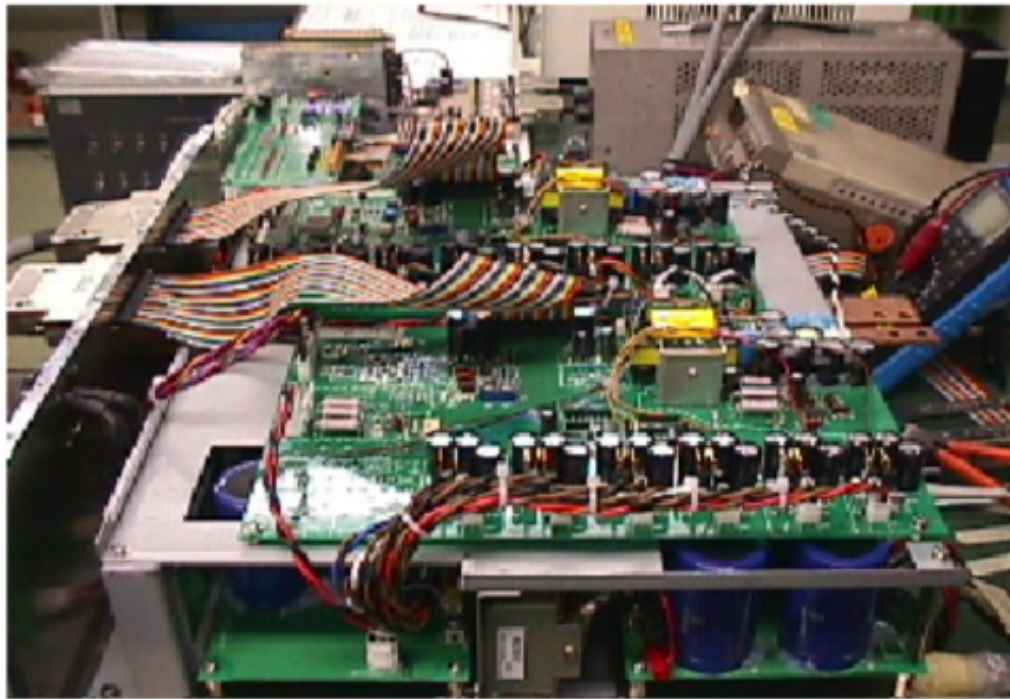


3. 電流モード制御による製品開発

(2) 直流電源(レーザー電源、DC/DC、直流高圧電源、など)

- ① 1次電流制御方式による、2次側回路の簡素化。(2次側にインダクタ不要)
- ② 並列接続が容易
- ③ 1次電流制御方式による、偏磁防止

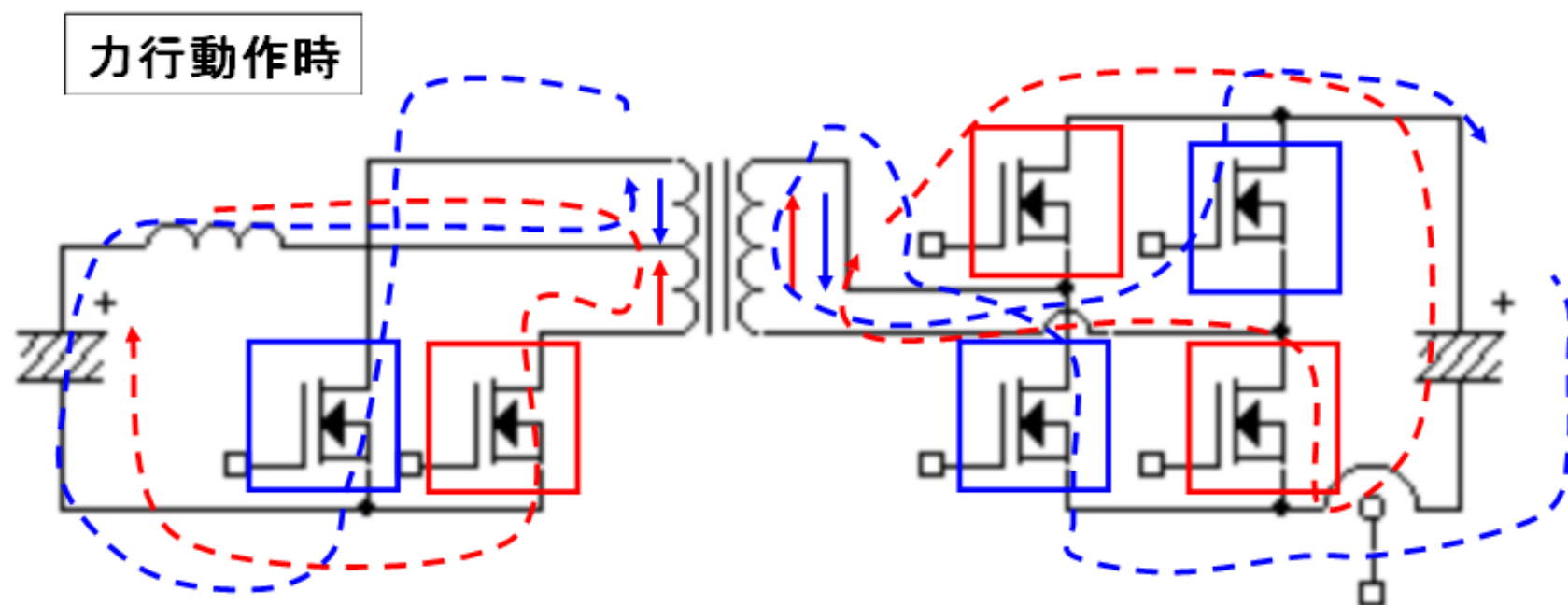




3. 電流モード制御による製品開発

(3) 双方向DC/DCコンバータ

双方向性のため、電流制限のためのインダクタンスを何処に入れるか、苦慮した。

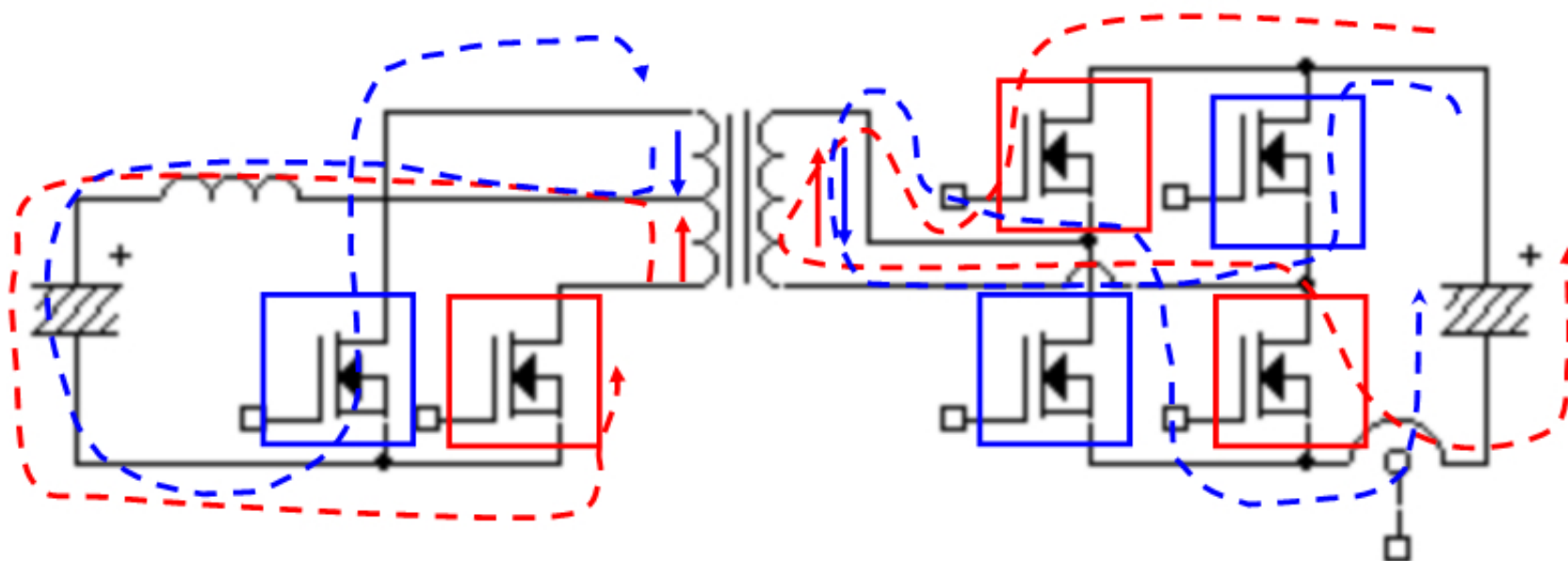


1次側は電流モードで動作している為、FETは同時ONしながら切り替わる。

PWMなど変調していないため、電圧コントロール機能はなし。(起動時注意が必要)

双方向DC/DCコンバータ

回生動作時



回生時は電圧モードで動作している。

1次側のFETはON/OFFする必要は無いが、導通損失を減らすためFETをONしている。

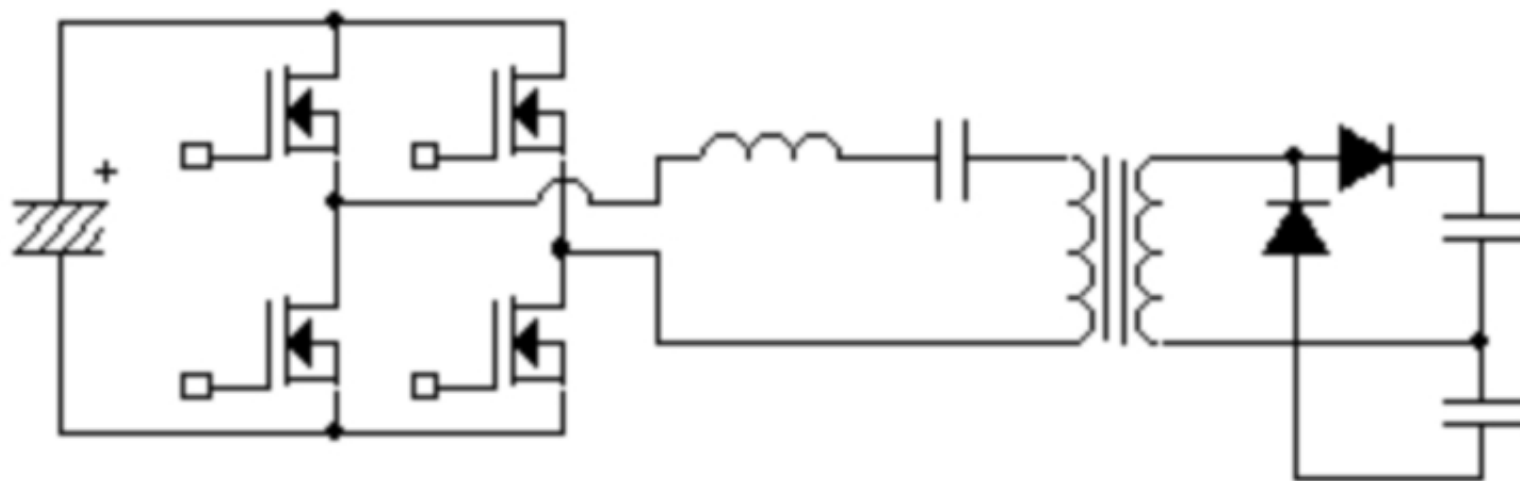
1次側のON/OFFの極性を間違えると？

3. 電流モード制御による製品開発

(4) 高圧直流電源

11kV-250mA(約3kVA)とパワーの大きな高圧電源である。

- 2次側整流回路 : コッククロフトの昇圧回路は微小電流向きで不適なため、倍電圧整流回路とした。
- 電流制限 : 2次側は高圧なので、1次側で電流制限とPWM制御が可能な構成とした。



4. まとめ

- (1) パワーエレクトロニクスにおいて、インダクタは電流を制御するに不可欠の要素である。
- (2) インダクタは電流を流し続ける性質から、半導体をOFFする時の電流の流れを十分に考慮し、スイッチングパターンを検討する必要がある。
- (3) 電圧源(C)と電流源(L)は交互に配置する。
- (4) トランス2次側が高圧の場合や大電流の場合はインダクタンスが大きくなり実用的でない。
このような回路では、1次電流モードの回路にすることで電流抑制ができ、実現が可能。
- (5) スwitchング電源では、出力のLCフィルタにより、2次遅れ系となるため、安定した回路設計が難しい。電流制御と電圧制御を組み合わせる事で、安定した回路設計が可能。
- (6) スwitchング電源は、パルスの誤動作で半導体が破壊する場合がある。電流制御を積極的に行う事で、過電流に対する破壊耐量を向上させる事ができる。
- (7) 並列接続をしていくには必須の技術であり、更なる実績を経験する必要がある。