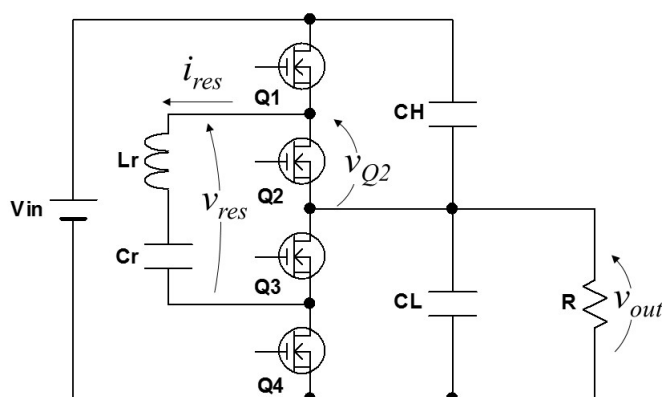


スイッチトキャパシタ コンバータの応用回路

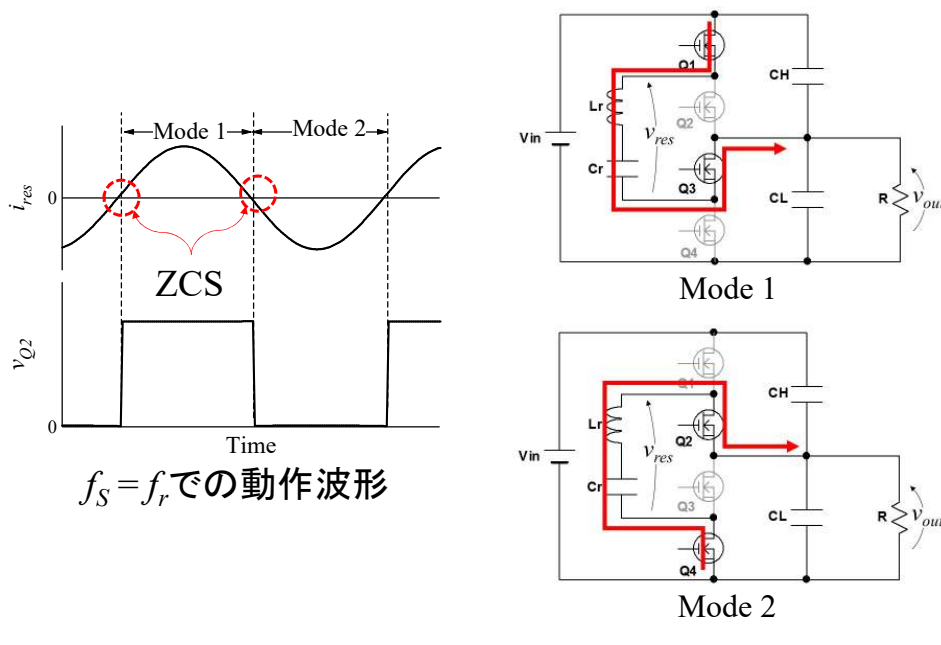
茨城大学大学院 電気電子工学専攻
鵜野 将年

共振形スイッチトキャパシタ回路の例

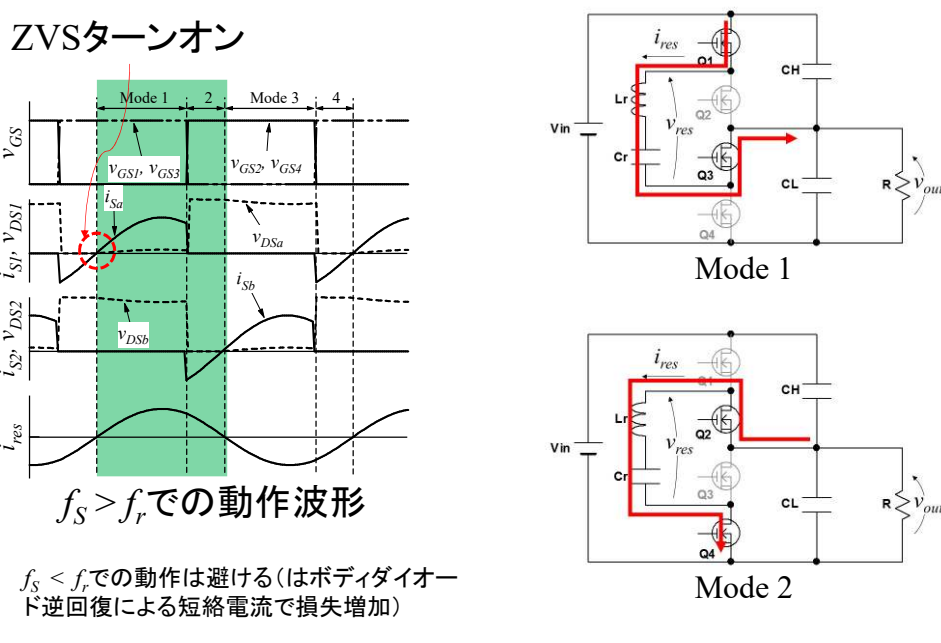


- 通常のスイッチトキャパシタコンバータに共振用インダクタ L_r を追加
- 基本的に各スイッチのデューティは50%に固定
- 共振周波数 f_r よりも高いスイッチング周波数 f_s で動作 (PFM制御)
- 共振による突入電流防止、ZCS/ZVSによるソフトスイッチング

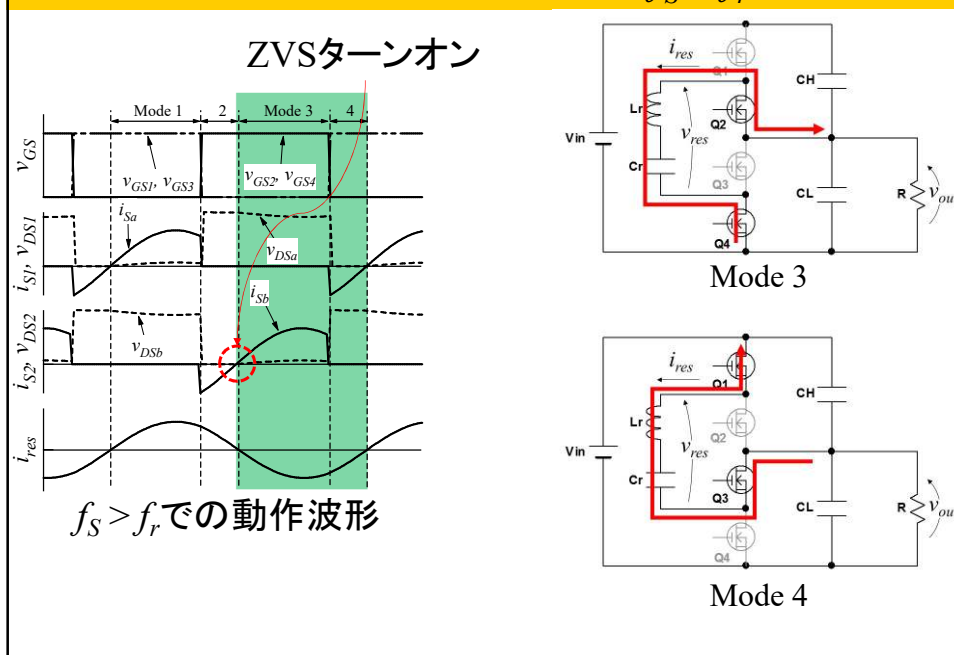
共振形スイッチトキャパシタの動作 ($f_S = f_r$ の場合)



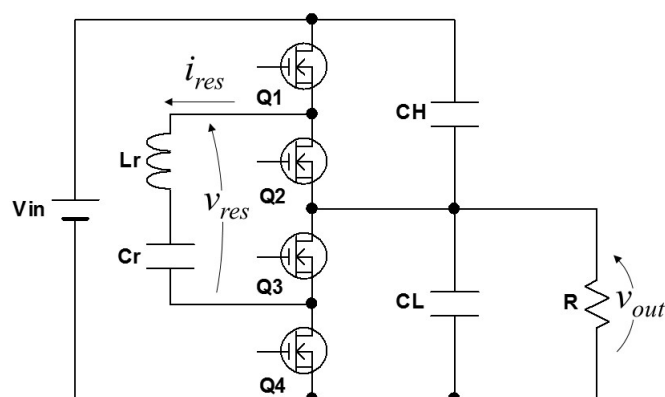
共振形スイッチトキャパシタの動作 ($f_S > f_r$ の場合)



共振形スイッチトキャパシタの動作 ($f_s > f_r$ の場合)

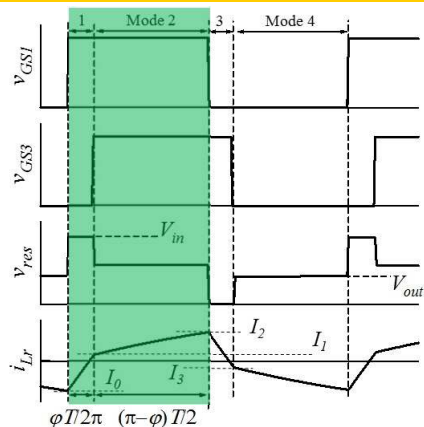


フェーズシフトスイッチトキャパシタ回路の例

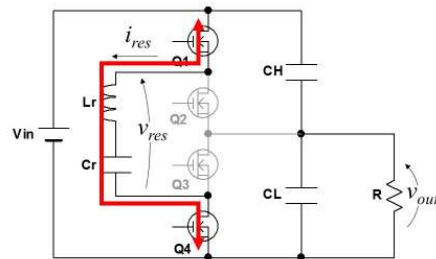


- 基本的に共振形と同じ回路構成
- 各スイッチのデューティは50%固定
- Q_1 - Q_2 と Q_3 - Q_4 の位相を ϕ ずらして伝送電力を制御する
- ZVSによるソフトスイッチング可能

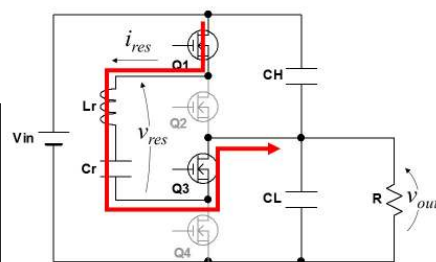
フェーズシフトスイッチトキャパシタの動作1



- Mode 1では入力電圧 V_{in} が共振回路に印加され ($V_{res} = V_{in}$)、電流 i_{Lr} が急激に増加
- Mode 2では v_{res} が低くなり、 i_{Lr} の傾きは緩やかになる

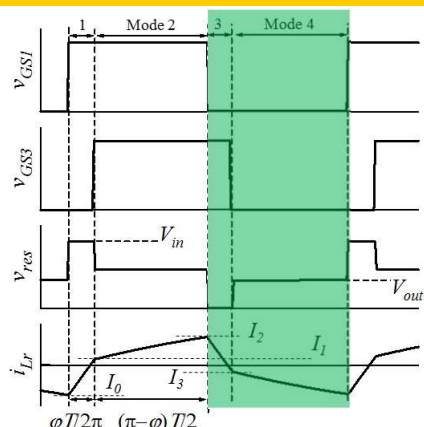


Mode 1

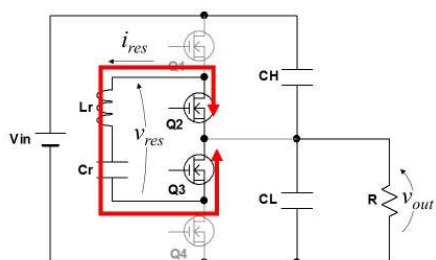


Mode 2

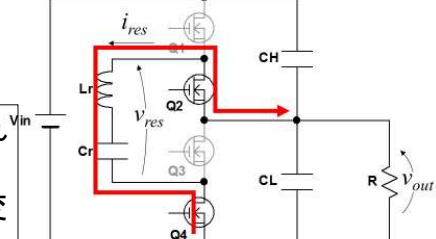
フェーズシフトスイッチトキャパシタの動作2



- Mode 3では共振回路が短絡され ($V_{res} = 0$)、電流 i_{Lr} が急激に低下
- Mode 4では $v_{res} = V_{out}$ となり、 i_{Lr} の変動は緩やかになる



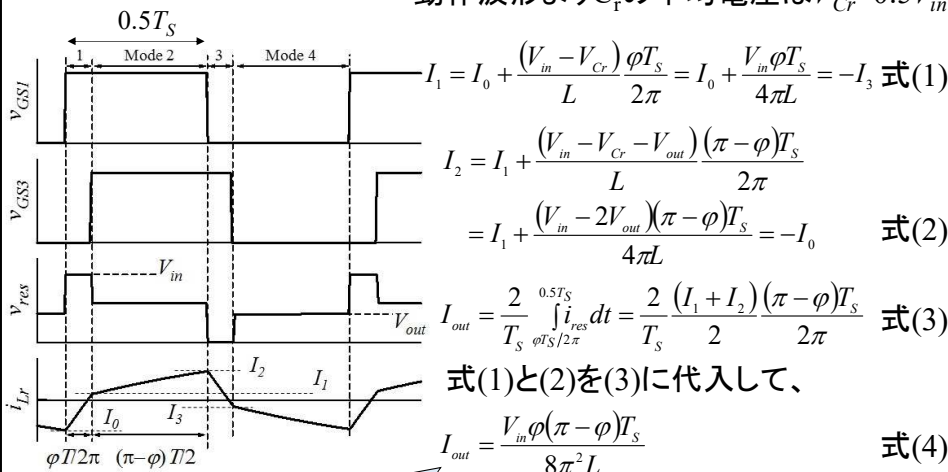
Mode 3



Mode 4

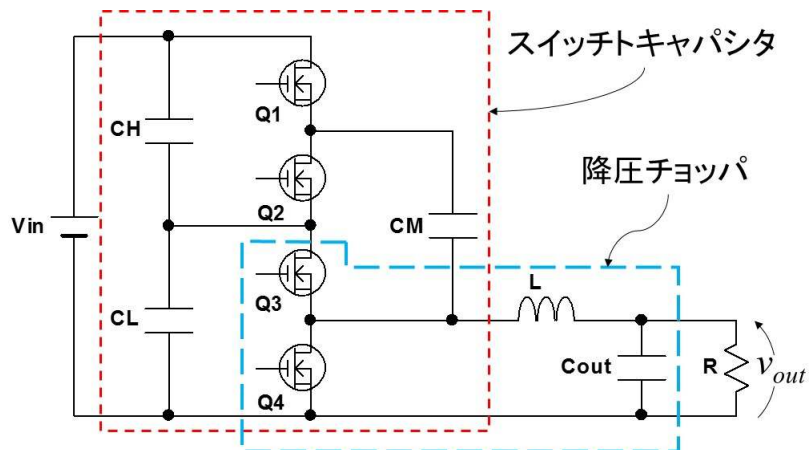
フェーズシフトスイッチトキャパシタの動作3

動作波形より C_r の平均電圧は $V_{Cr}=0.5V_{in}$



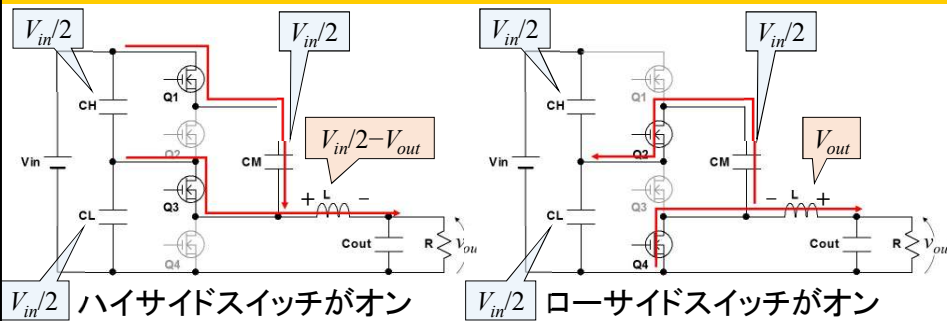
出力電流 I_{out} は位相シフト ϕ に依存
 \Rightarrow 出力電力を制御可能

ハイブリッドスイッチトキャパシタ回路の例



- スイッチトキャパシタとPWMコンバータの組み合わせ
- PWMコンバータにより出力電圧 V_{out} のPWM制御が可能
- スイッチトキャパシタ内における突入電流は解消されない

ハイブリッドスイッチトキャパシタ回路の動作



- スイッチトキャパシタの動作により C_H 、 C_L 、 C_M の電圧は自動的に均一になる (デューティ d に依存しない)
- よって、等価的に入力電圧が $0.5V_{in}$ の降圧チョップとして動作する (d はハイサイドスイッチのデューティ)

$$V_{out} = 0.5dV_{in}$$