
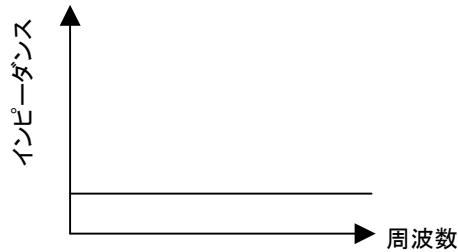
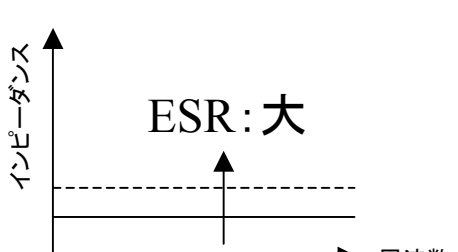
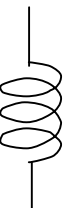
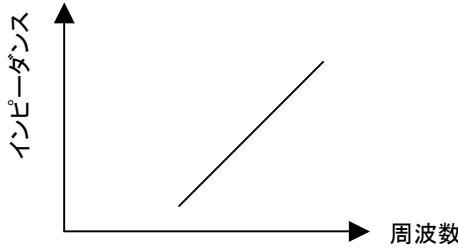
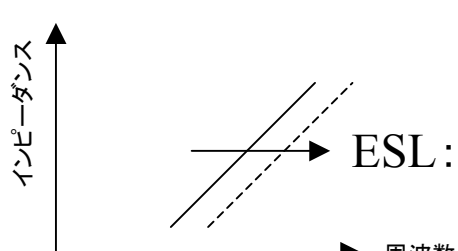
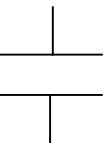
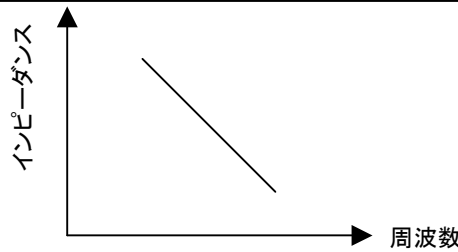
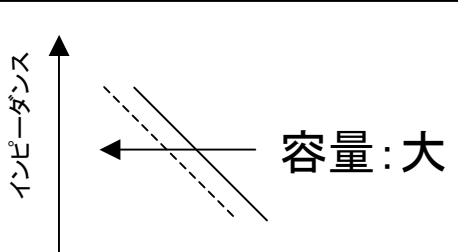


コンデンサの“いろは”

実際のコンデンサのインピーダンス特性

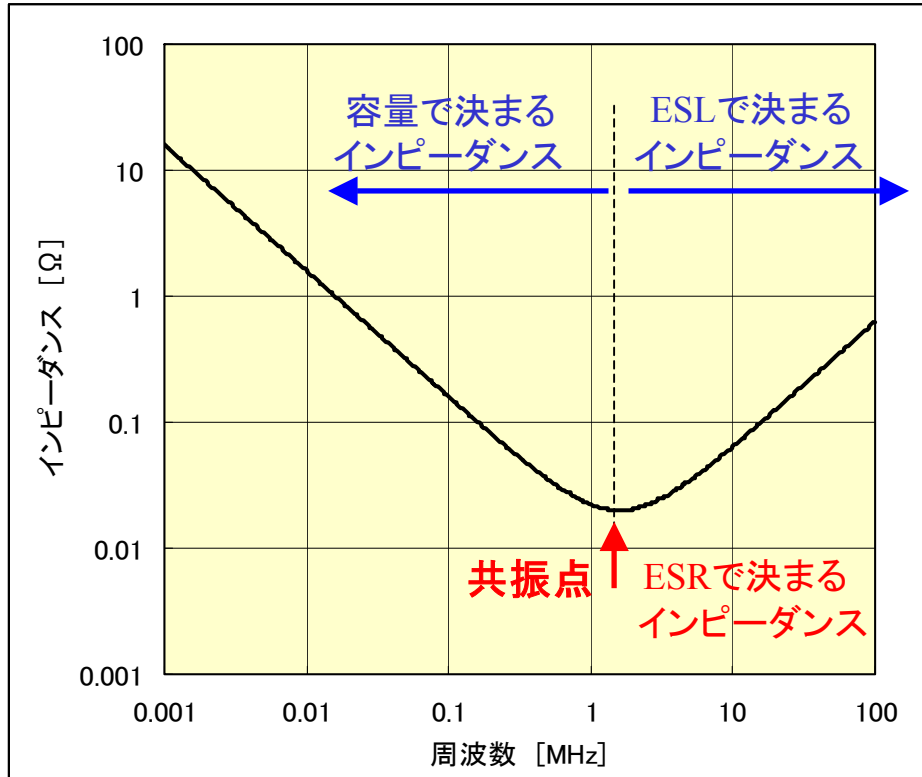
コンデンサのインピーダンス等価回路はRLC直列モデルになる

コンデンサの各成分	周波数変化	成分変化
ESR 	 <p>インピーダンス</p> <p>周波数</p> <p>周波数によらず一定</p>	 <p>インピーダンス</p> <p>周波数</p> <p>ESR: 大</p>
ESL 	 <p>インピーダンス</p> <p>周波数</p> <p>周波数の増加と共に増加</p>	 <p>インピーダンス</p> <p>周波数</p> <p>ESL: 小</p>
容量 	 <p>インピーダンス</p> <p>周波数</p> <p>周波数の増加と共に減少</p>	 <p>インピーダンス</p> <p>周波数</p> <p>容量: 大</p>

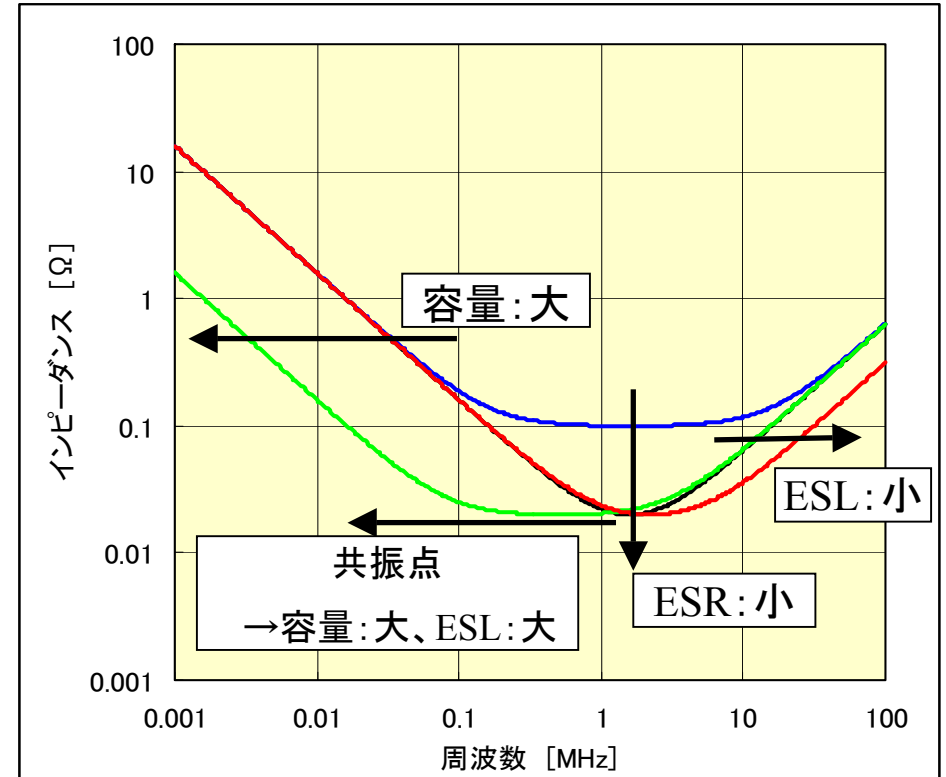
直列接続したときのインピーダンスは???

実際のコンデンサのインピーダンス特性

○直列接続のインピーダンス



○成分の違いによるインピーダンス



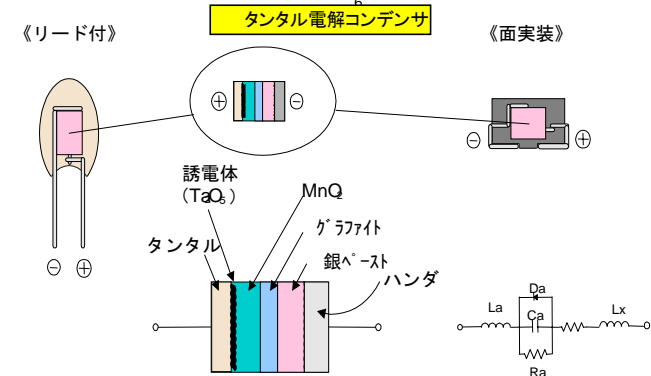
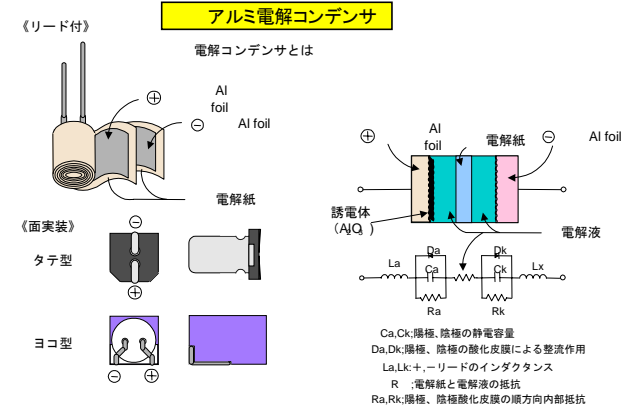
- ・共振点では容量、ESLのインピーダンスはない
(ESRのインピーダンスのみ)
- ・共振点の周波数は容量、ESLで決まる

各成分の大きさが特性が変わる

積層コンデンサの信頼性

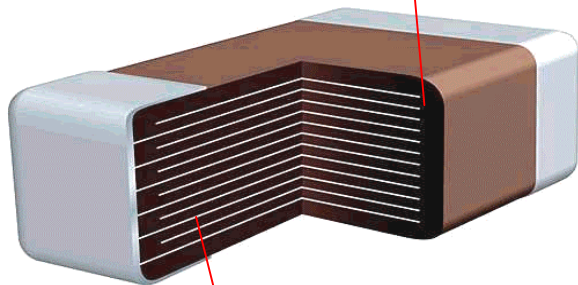
1. 回路使用条件比較

	極性	デレーティング	リップル電流制限	半田耐熱性	対溶剤性	負荷試験
積層コンデンサ	無し	◎	◎	◎	◎	◎
タンタル電解	有り	×	△	×	△	×
アルミ電解	有り	×	×	△	×	△
実用上の問題点	<ul style="list-style-type: none"> *レイアウト時の考慮 *実装時の管理 *逆電圧への配慮 	<ul style="list-style-type: none"> *定格電圧の70~50%程度での使用制限 	<ul style="list-style-type: none"> *対リップル制限を考慮し余剰な容量の設定 *自己発熱による信頼性の低下 	<ul style="list-style-type: none"> *リフロー半田付の制限と劣化の促進 	<ul style="list-style-type: none"> *モリシク形の積層コンデンサ以外は必ず溶液等の進入発生 	<ul style="list-style-type: none"> *アルミ電解電解液の損失等による容量抜け *タンタル電解Agの拡散、絶縁層の劣化によるショート

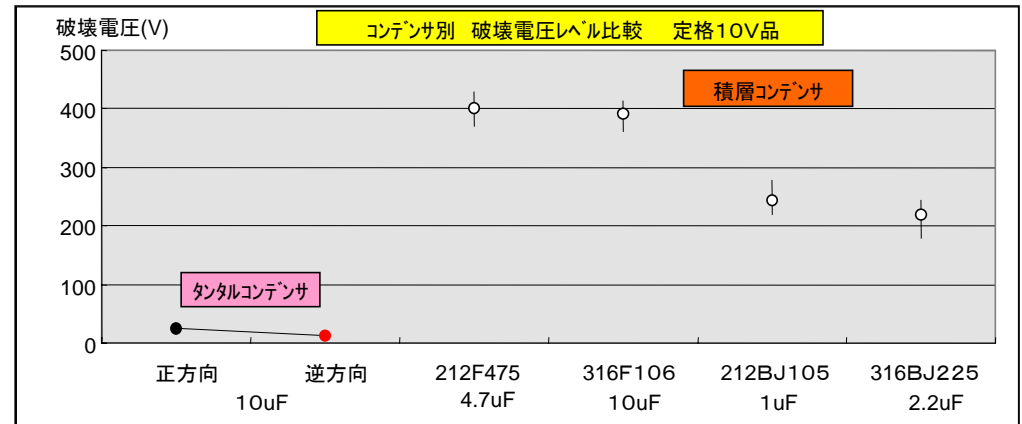


セラミックコンデンサ

誘電体:チタン酸
バリウム

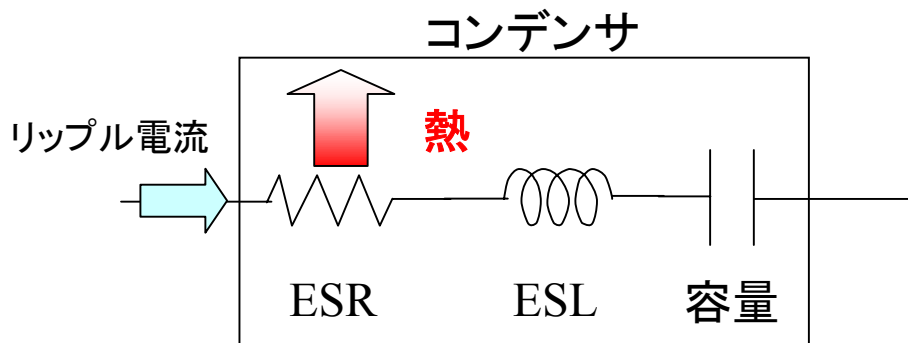
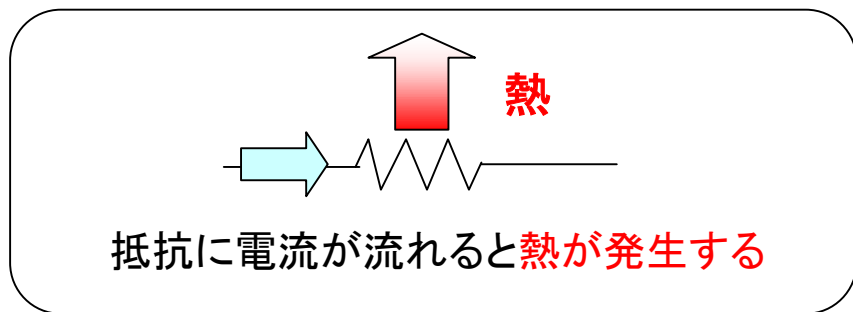


電極: Ni



各種コンデンサの特性比較

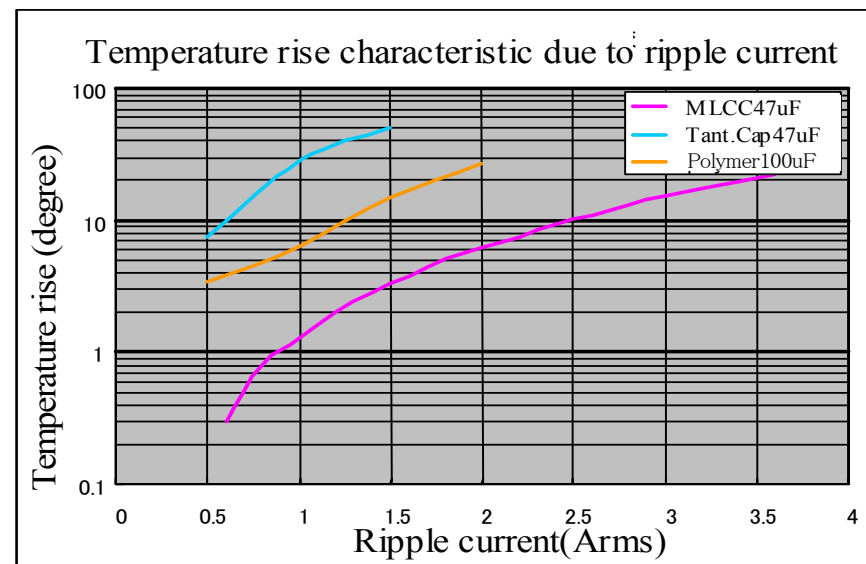
○リップル電流特性



コンデンサに**リップル電流**
(交流電流)が流れると**発熱**する
(直流電流はほとんど流れない)

熱はコンデンサの寿命を縮める

○各種コンデンサのリップル電流特性



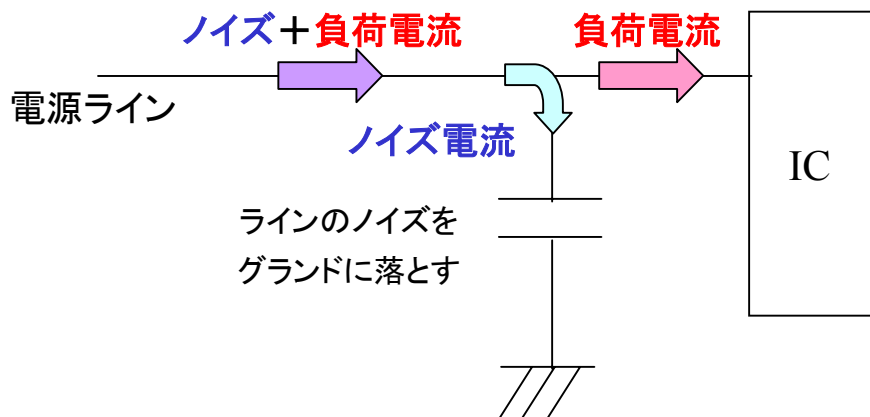
同じ発熱量に対して**積層コン**は**低ESR**なので
多くのリップル電流を流すことができる

- ・**積層**は発熱**10°C以内**での使用(太陽推奨)
積層コンは許容リップル電流の規定はない
- ・**電解**は発熱**5°C以内**での使用(カタログ規定)
電解コンの許容リップル電流は各社で規定

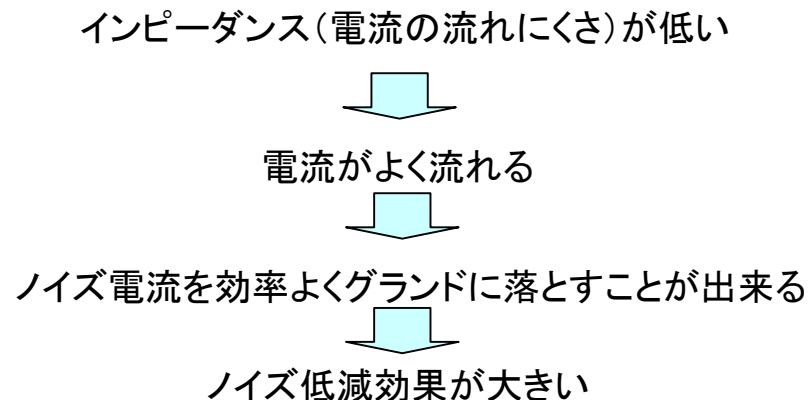
回路に関する知識

バイパス(デカップリング)コンデンサの働き

○バイパスコンデンサの役割



○バイパスコンデンサに必要な特性



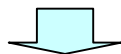
○バイパスコンの動作原理

- ・直流電流は流さない(インピーダンス無限大)

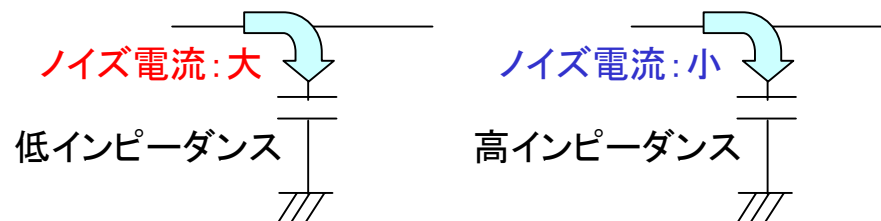
直流電流はすべてICに供給

- ・交流(ノイズ)は流す

交流電流(ノイズ)はグラウンドへ流れる



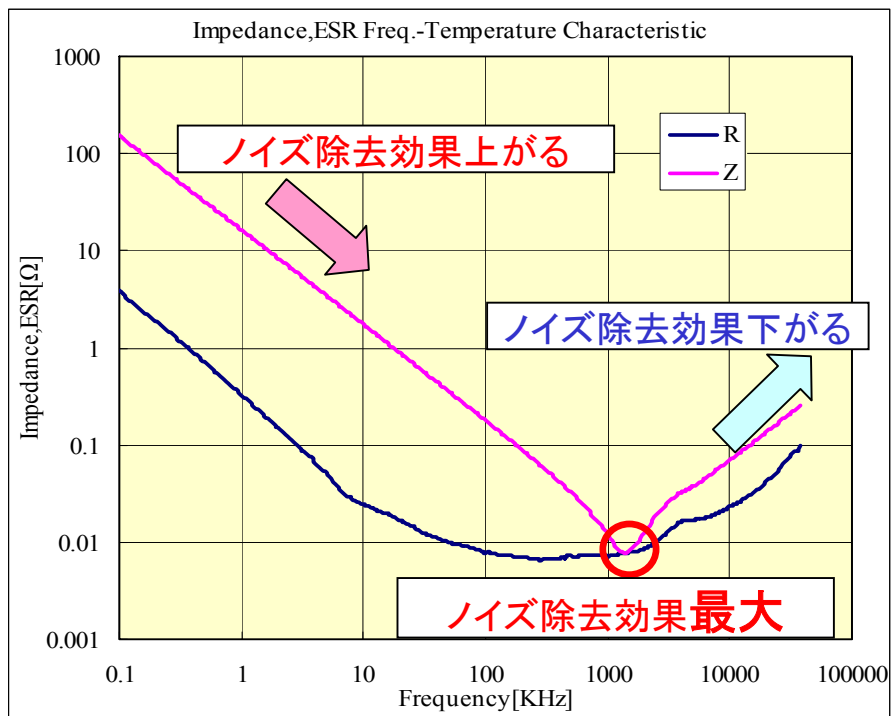
ノイズ除去→ICの安定動作



インピーダンス	小	↔	大
ノイズ低減効果	効果大	↔	効果小

バイパス(デカップリング)コンデンサの働き

○コンデンサの選択基準



ノイズ電流の周波数は様々

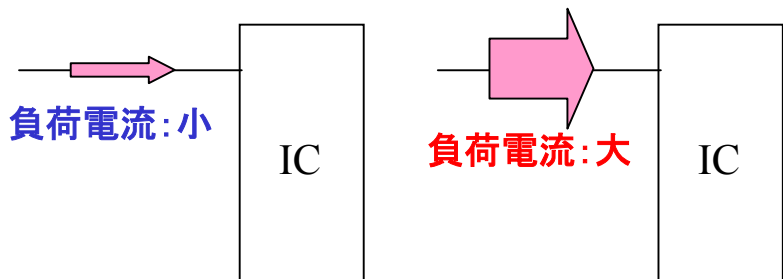


除去したいノイズの周波数によって容量を選択

バックアップコンデンサの働き

○ICへの負荷電流

ICへの負荷電流は一定ではない

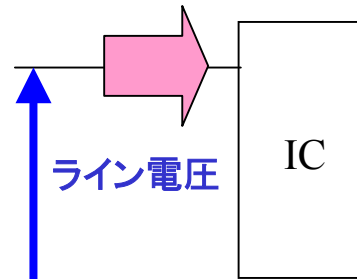


低速動作時

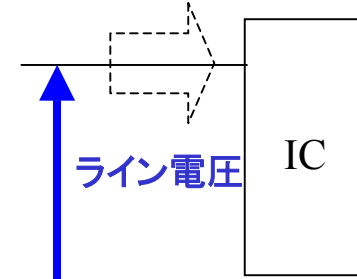
高速動作時

○高速負荷変動時の電源ライン

急激に大きな負荷電流が必要

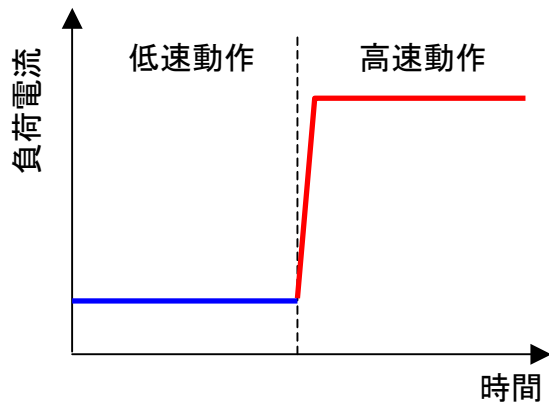


電流がすぐに来ない

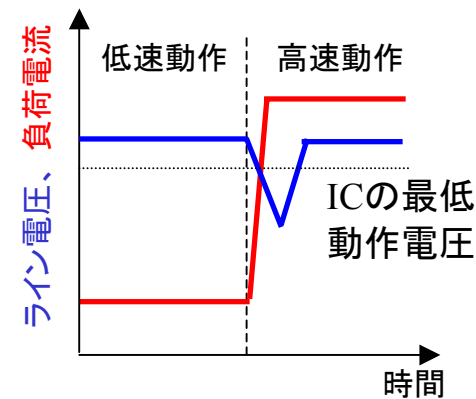
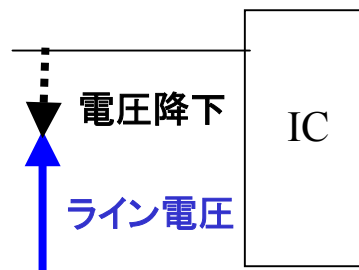


○高速負荷変動

急激にICの速度が変わる(低速→高速)と
急激に大きな負荷電流が必要になる



ライン電圧が維持できなくなる
電圧がドロップする



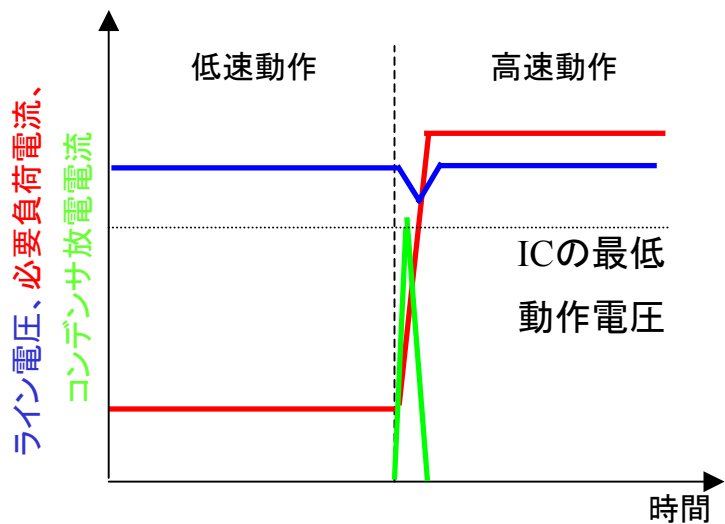
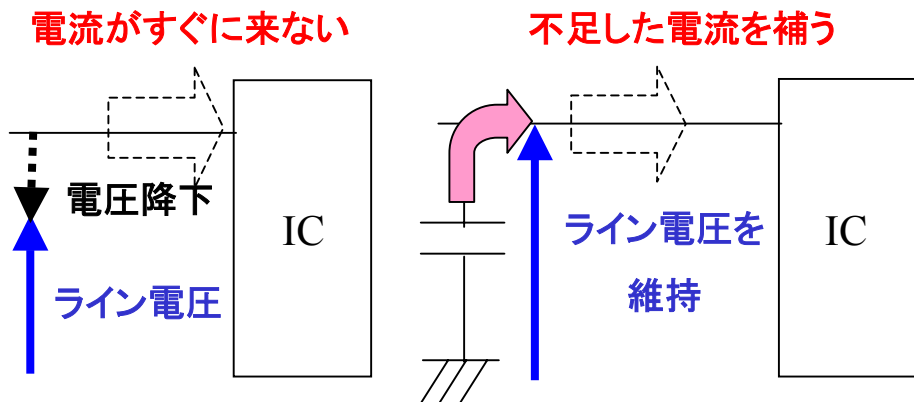
ライン電圧がICの最低動作電圧を下回る



ICの動作が停止する

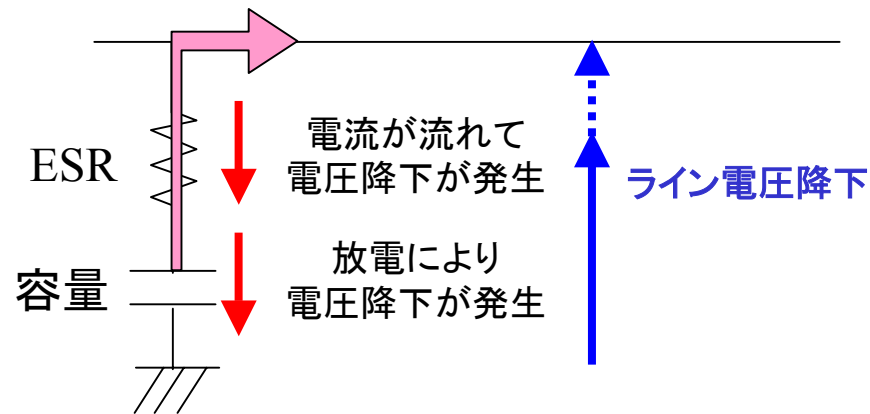
バックアップコンデンサの働き

○バックアップコンデンサの役割

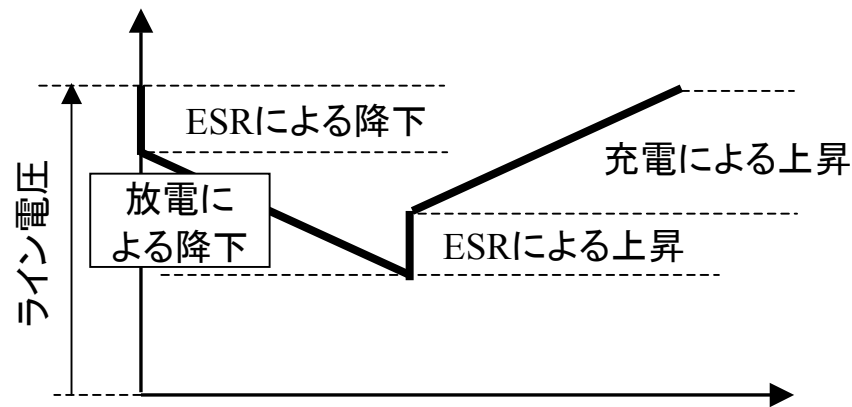


IC最低動作電圧を下回らない → 安定動作

○実際のコンデンサの動作(等価回路で考察) (簡略化のためESLは考慮しない)



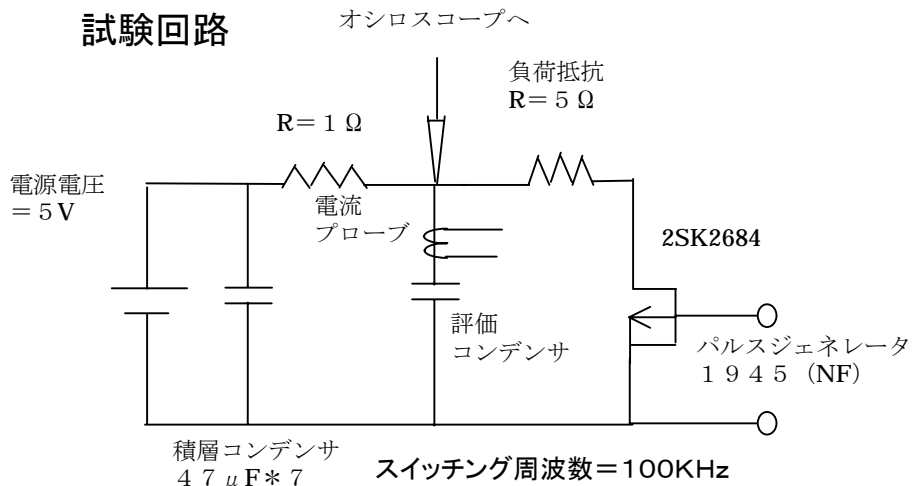
・充電時にも電圧変動が起こる



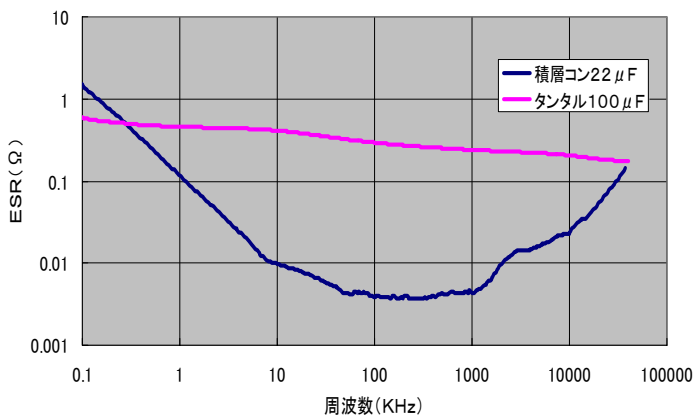
容量とESRで電圧降下量が決まる

バックアップコンデンサの働き

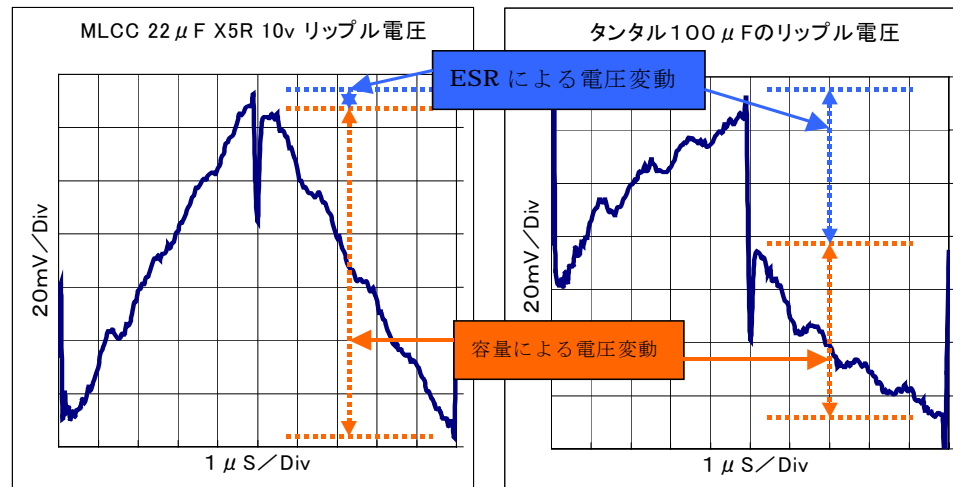
試験回路



ESRの比較



ESRと容量の影響



高容量 低ESR → ライン変動幅が小さくなる

積層コンのメリット

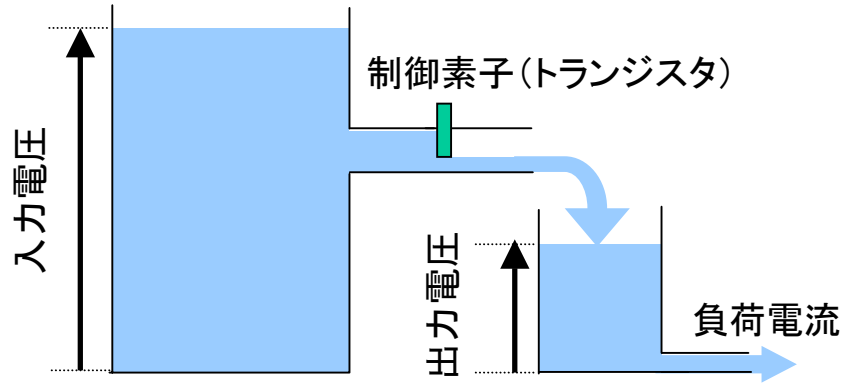
Taコンデンサよりも **小さな容量** で

Taコンデンサと **同等以上の電圧変動抑制効果**

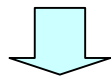
電源回路に関する知識

シリーズレギュレータ(3端子レギュレータ)

○回路の動作(水のモデル)

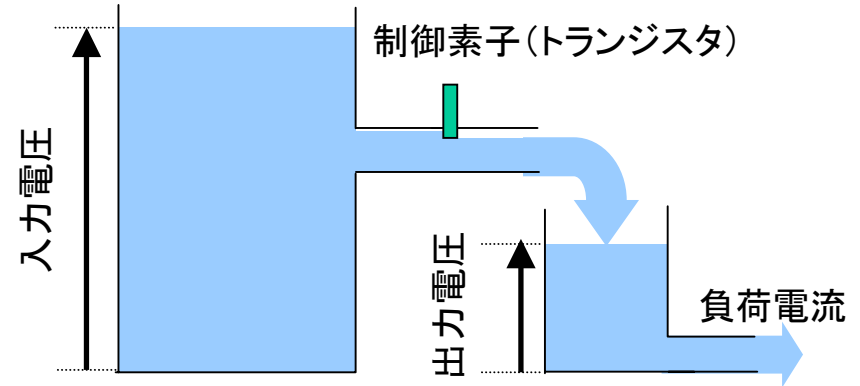


入力電圧を下げても一定の
出力電圧を出力する



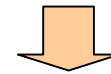
降圧型電源

○負荷電流変動時



水位を一定に保つように
水門を制御

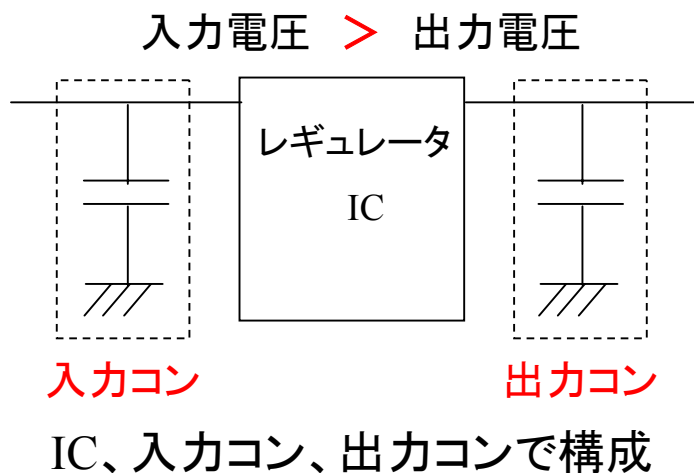
制御素子で負荷電流を制御



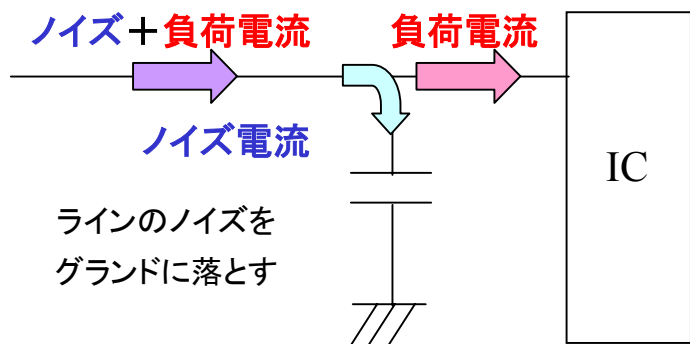
出力電圧を一定に保つ

シリーズレギュレータ(3端子レギュレータ)

○回路の構成



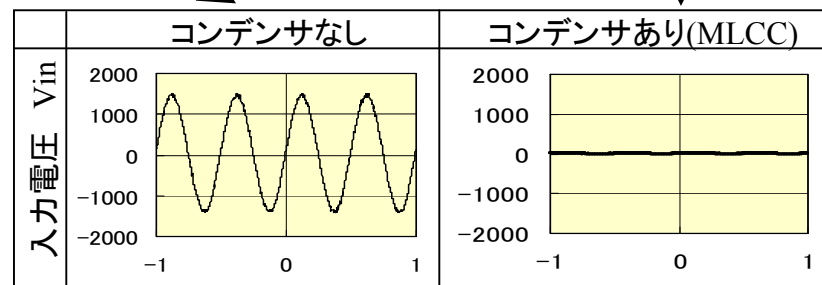
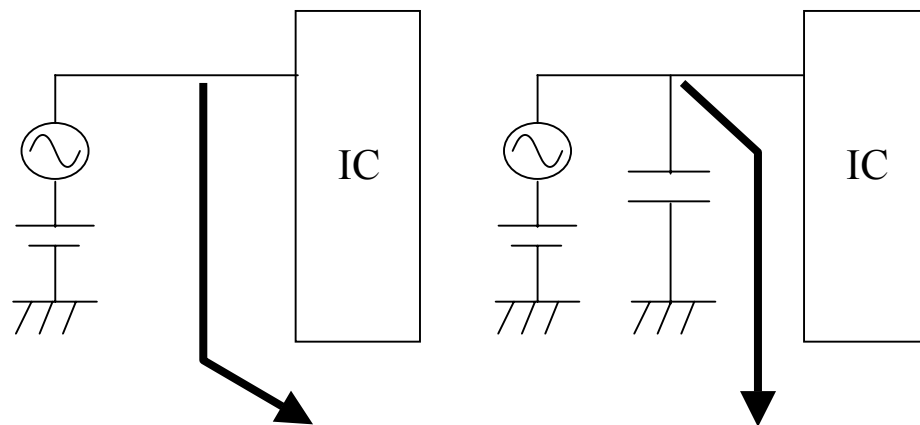
○入力コンの働き



バイパスコンと同じ働き

○入力コンの効果

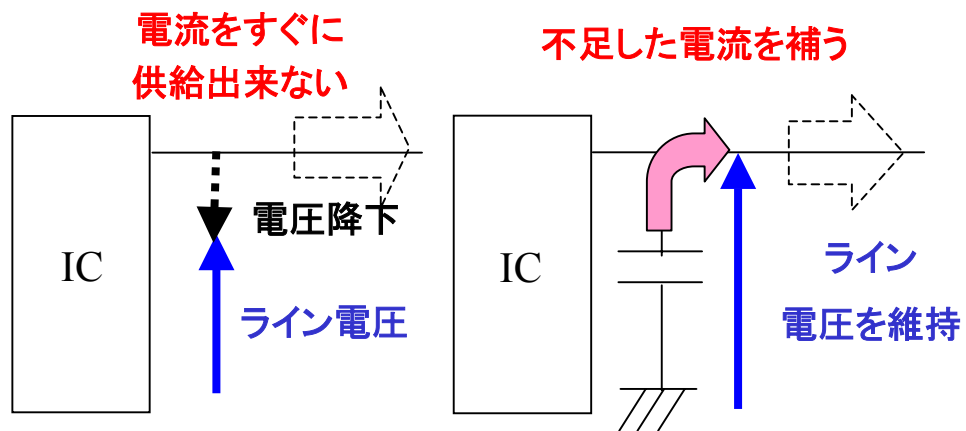
入力電圧にわざと交流分を加えて
入力コン有無の際の入力電圧を測定



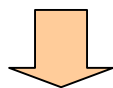
入力コンの挿入により入力電圧安定

シリースレギュレータ(3端子レギュレータ)

○出力コンの働き



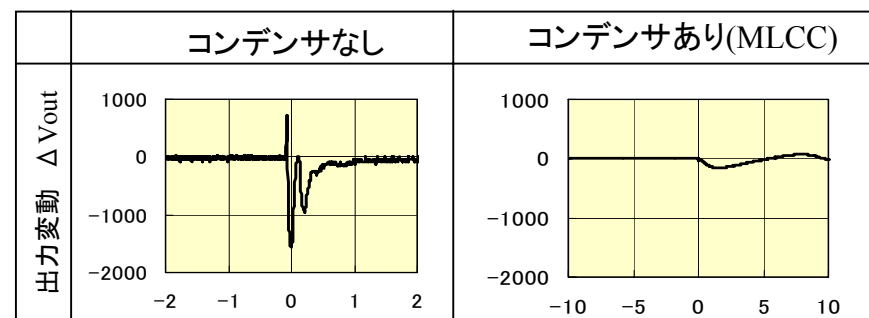
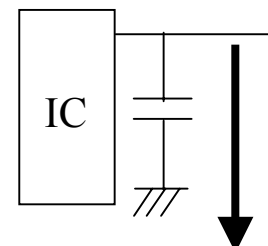
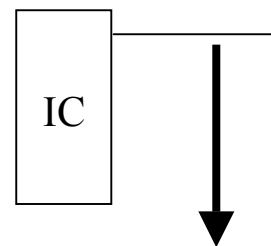
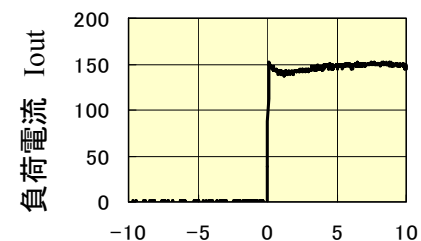
急激な負荷変動に対して電流を供給して電圧変動を抑える



バックアップコンと同様の働き

○出力コンの効果

出力コンの有無で負荷変動時の電圧変動を測定

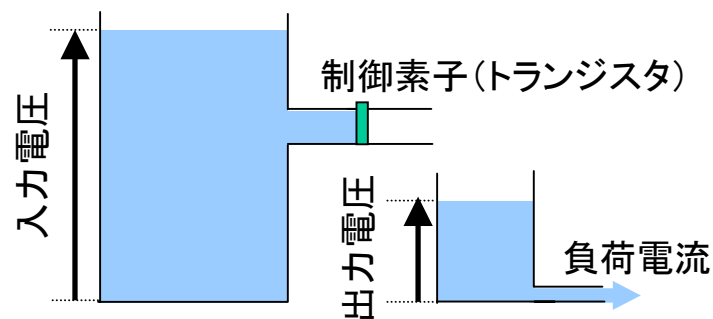
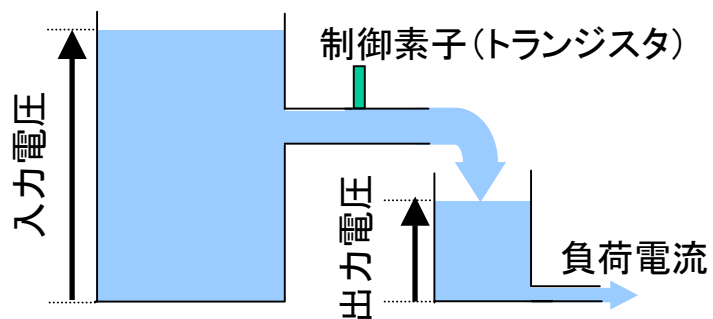


出力コンの挿入により出力電圧安定

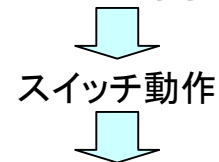
ステップダウン(降圧型)コンバータ

○回路の動作(水のモデル)

制御素子を制御することで入力電圧を
下げて電圧を出力する



スイッチング電源の制御素子は
ONかOFFのどちらかのみ



スイッチの開閉動作で出力電圧を制御

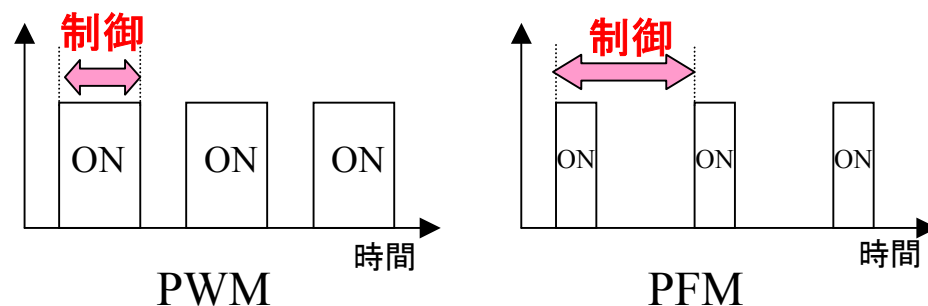
ONする周期 → 一定 → PWM方式

ONしている時間 → 変化

ONする周期 → 変化 → PFM方式

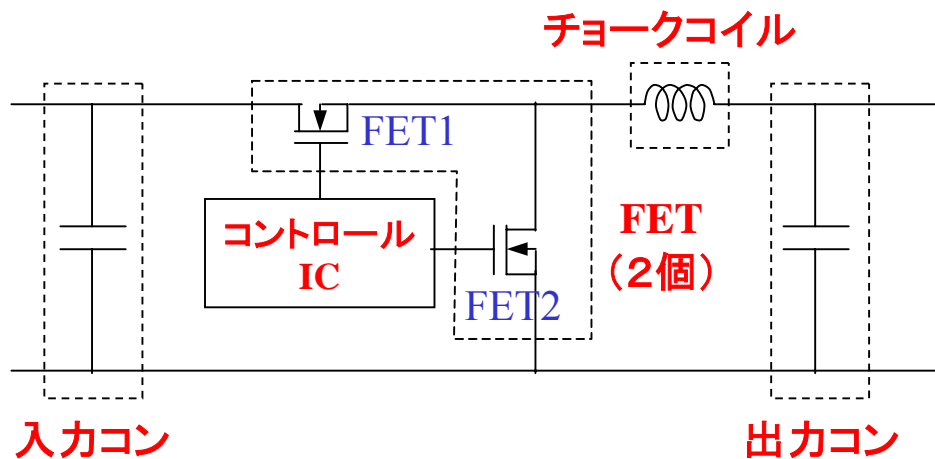
ONしている時間 → 一定

スイッチをONする周期 → スイッチング周波数

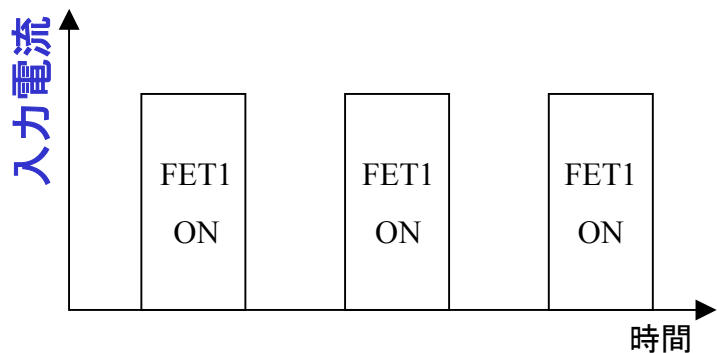


ステップダウン(降圧型)コンバータ

○回路の構成

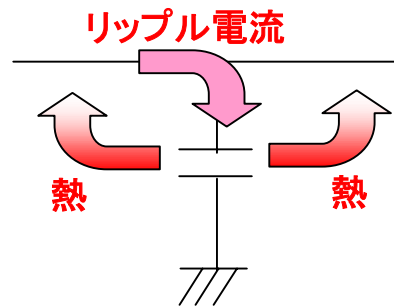


○入力側の電流



交流分を含んだ電流(リップル電流)が大きく流れる

○入力コンの動作



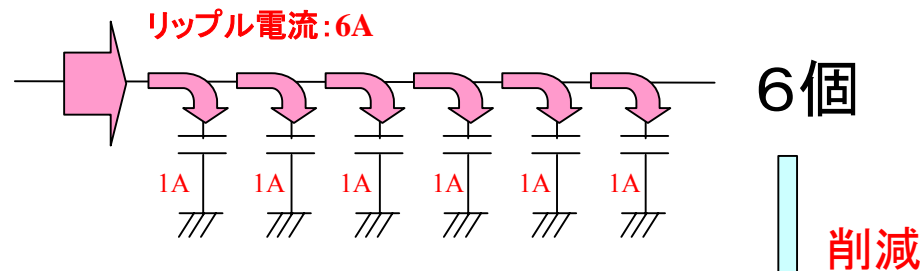
リップル電流が
入力コンに流れる

ESRにより発熱

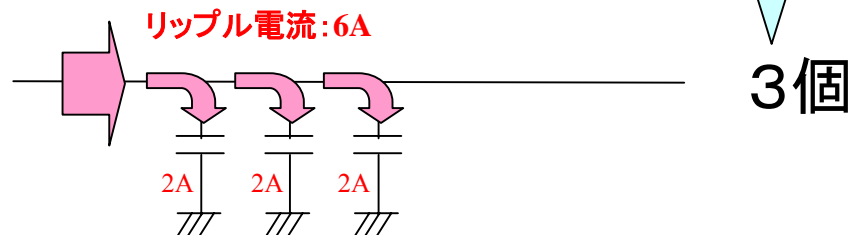
○入力コンの必要な特性

大きな許容リップル電流

例: 部品の許容リップル電流が1A(回路のリップル6A)

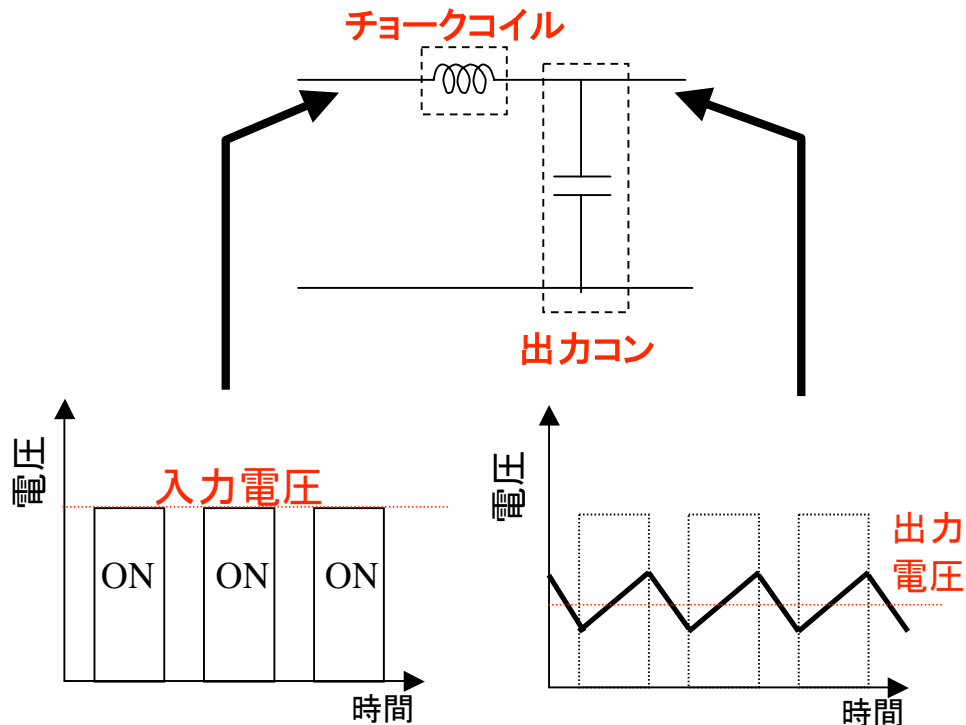


例: コンデンサの許容リップル電流が2A



ステップダウン(降圧型)コンバータ

○出力側の動作



スイッチングにより
入力電圧が断続的になる

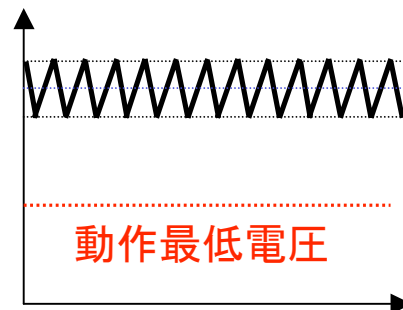
チョークコイルと
出力コンで平滑される

リップル電圧が含まれる

○出力電圧の留意点

負荷となるICの**動作最低電圧**以上の電圧を維持

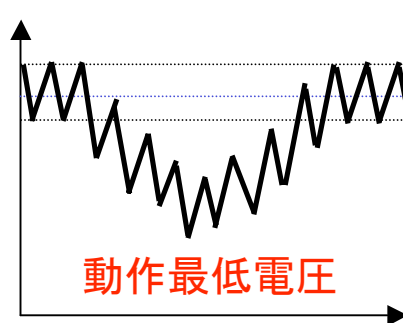
・リップル電圧について



定格出力電圧

リップル電圧の幅を
規定値以内にする

・負荷急変時について



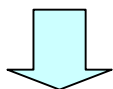
定格出力電圧

負荷急変による
電圧降下を抑える

ステップダウン(降圧型)コンバータ

○負荷急変による電圧降下を決める要因

負荷急変時の動作



バックアップコンと同じ

○負荷急変のコンデンサに必要な特性

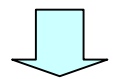
・大容量

→高い電荷供給の能力

・低ESR

→電荷供給時の電圧降下を小さくする

大容量積層セラミックコンデンサ



適している

○リップル電圧を決める要因

スイッチON、OFFの繰り返し



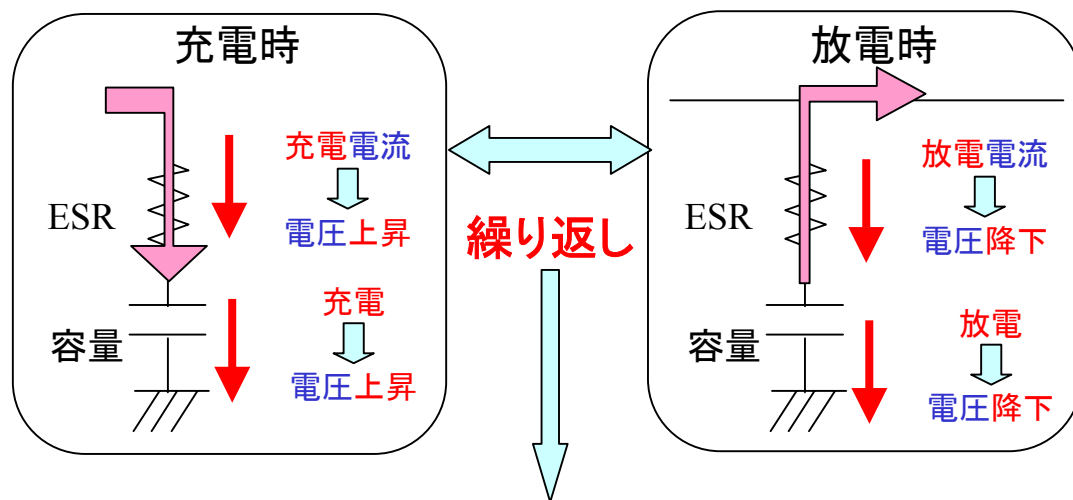
出力コンは充放電が繰り返される



電流の出入りにより電圧が変動



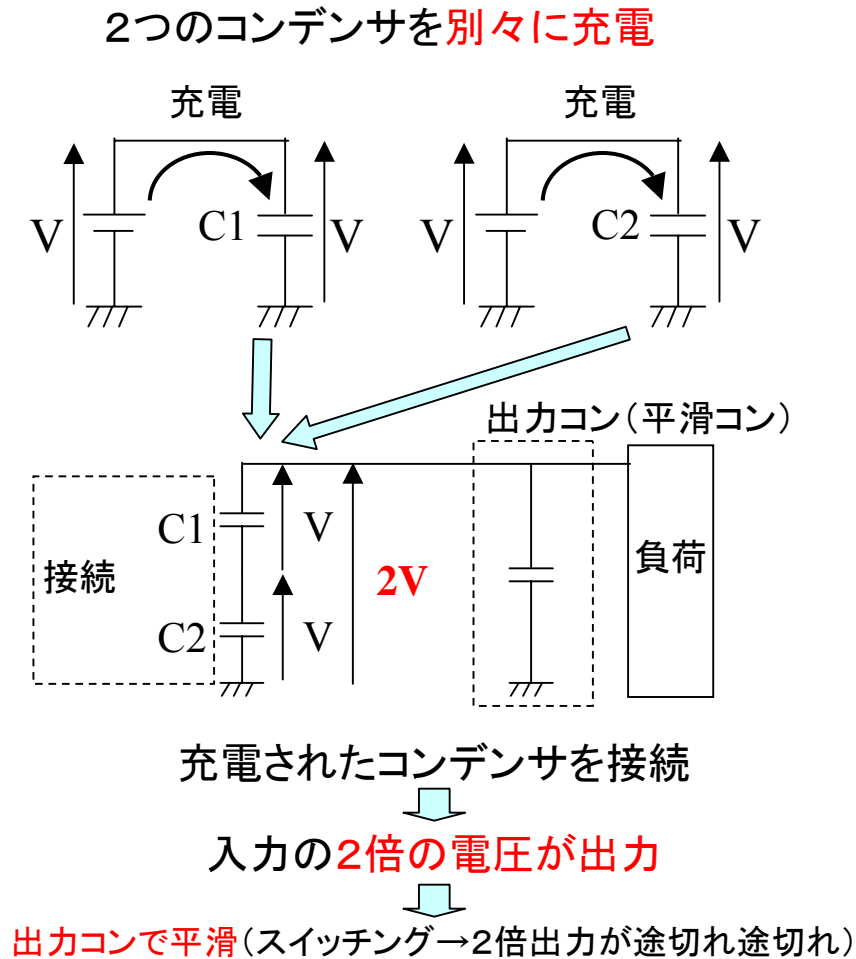
リップル電圧



大容量・低ESRがリップル電圧を低減

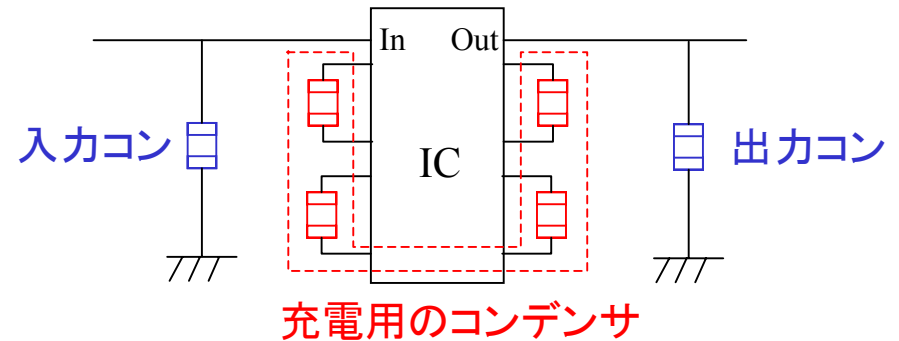
チャージポンプ(昇圧型)

○チャージポンプの動作(イメージ)



接続するコンデンサの数で出力電圧が決定(整数倍)

○チャージポンプの回路構成(例:2倍昇圧)



○コンデンサに求められる特性

充電用と出力コン

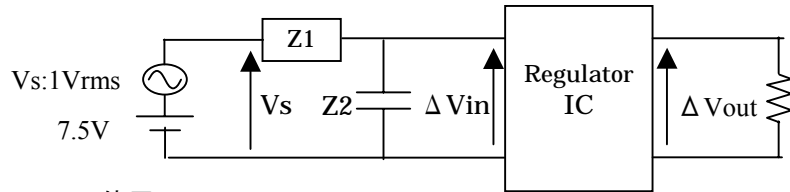
→ 充放電による電圧変動を下げる

バックアップコン、
ステップダウンの出力コンと同じ

大容量、低ESRが必要

まとめ 入力コンとしての各種コンデンサ比較

○入力ラインに正弦波を加えて入力コンのノイズ吸収性と
そのノイズに対する出力電圧変動を確認



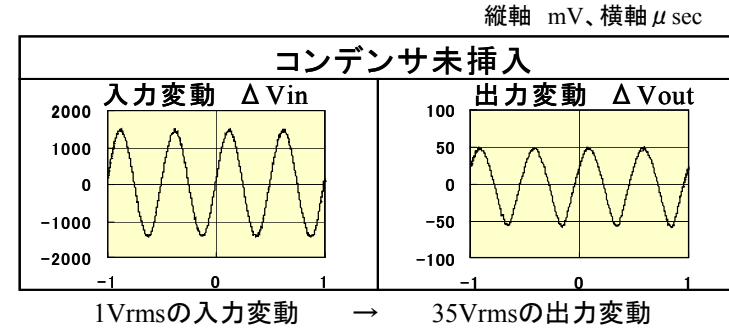
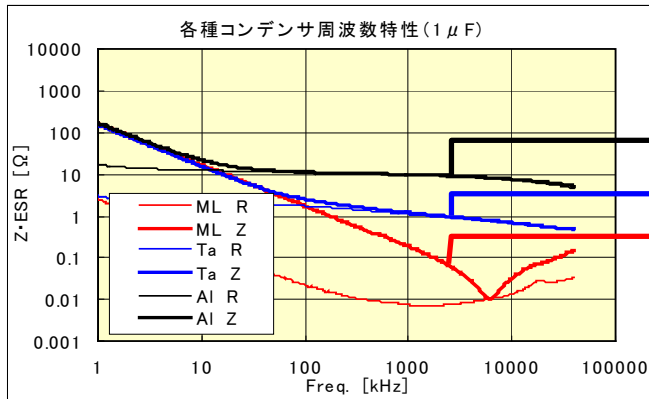
使用IC: NJM78L05(JRC)
使用コンデンサ: MLCC 1μF X5R 10v、Ta1 μF、Al1 μF

$$\Delta V_{in} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} V_s \quad (Z_1: \text{ラインインピーダンス})$$

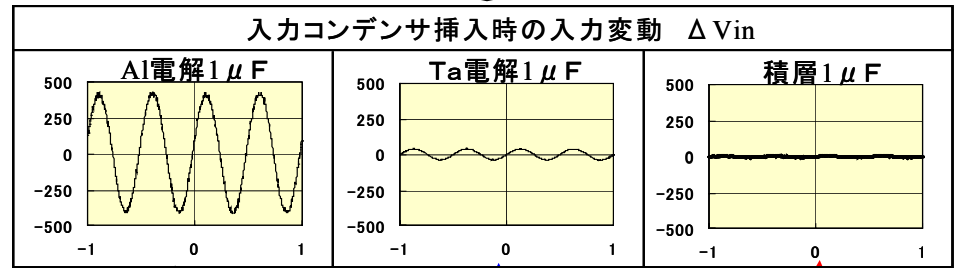
コンデンサ (Z2) が低インピーダンス

→ ノイズ除去効果: 大

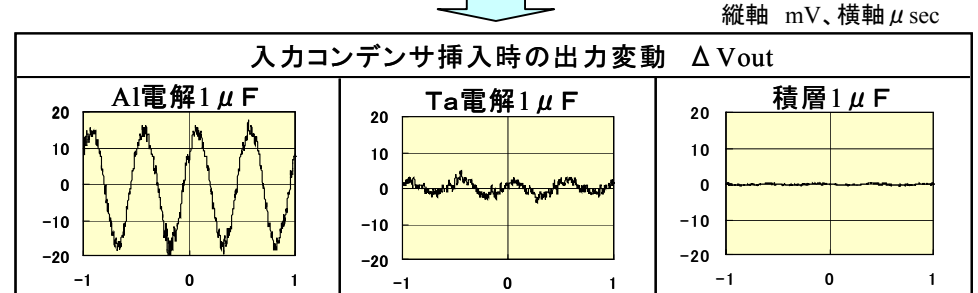
IC入力電圧安定



入力コンを挿入



積層コンのノイズ吸収性が優れている (低インピーダンス)

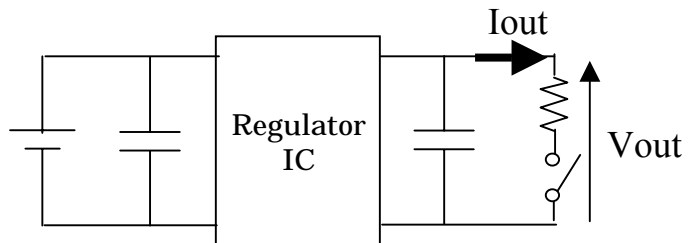


IC入力電圧が安定するため出力変動が小さくなる

積層コンは広範囲にわたってTaより低インピーダンス
入力コンには積層セラミックコンデンサが適している

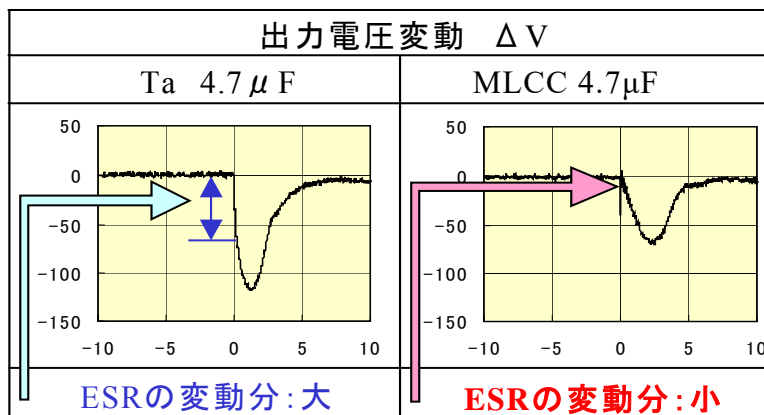
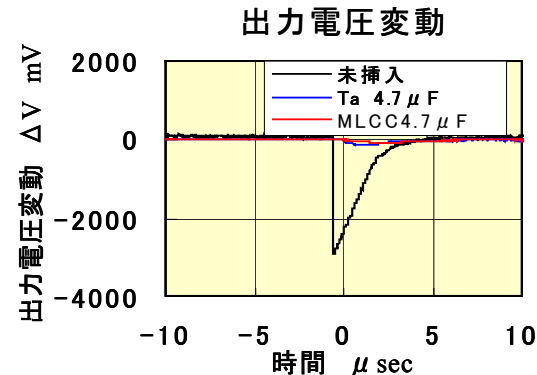
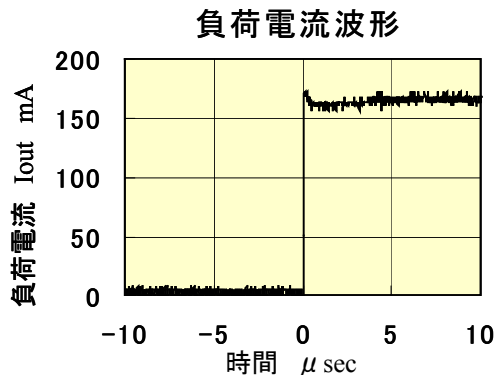
まとめ 出力コンの動作解析

出力電圧変動の観測



波形観測: I_{out} 、 V_{out}
(出力コンの種類別に観測)

使用IC: R1112N331B(リコー)
入力コン: MLCC 4.7 μ F X5R 6.3v
入力電圧: 5V
スイッチング周波数: 100Hz
負荷電流: 150mA



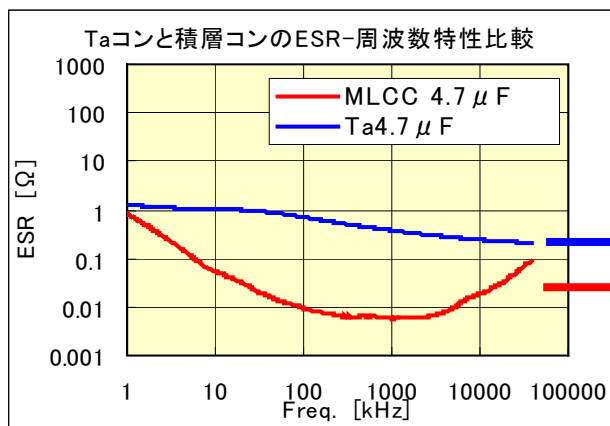
ESR: 大

ESR: 小

縦軸: mV、横軸: μ sec

ESRが小さい出力コンを用いると負荷変動時の出力電圧ドロップが小さく押さえられる。

出力コンにはESRの低い積層セラミックコンデンサが有利



積層商品群の開発方向とご提案

市場の要求

回路区分

デジタル回路

アナログ回路

増幅回路
演算回路
発振回路
変復調回路
デジタル回路
電源回路

ロジック回路
高周波回路
電源回路
音声回路
その他回路

コンデンサ用途区分

インピーダンス, ESR特性に重点

デカップリング用途

バックアップ用途

平滑用途

高耐圧用途

フィルタ用途
カップリング用途

時定数、共振用途

実効容量や温度, バイアス安定性に重点

求められる性能

回路のノイズ対策に代表される用途でデジタル回路に非常に多く使用されている。
低インピーダンス, 低ESR特性が重要
0.1~10uFの積層F特性コンデンサが最適。

CPUに代表される負荷変動の大きい回路で、電源の安定、ICの保護などで用途が拡大。
低ESR, 低ESL, 低インピーダンス特性が重要
1~10uFの積層のF、B特性が最適。

電源回路の入出力に使用される用途で、機器の小型化に伴い、採用が急激に拡大。
実効容量, 低ESR, 低ESL, 低インピーダンス特性
に加え、定格電圧、信頼性が重要
1~数10uFの積層のB特性が最適。

増幅、発振、変復調回路やフィルタ回路で、
容量の温度, バイアス安定性が重要
積層の温度補償用コンデンサが最適。
(CFCAP、TC系積層)