

パワーエレクトロニクス基礎講座

木下 繁則

第7回 (2019-2-22)

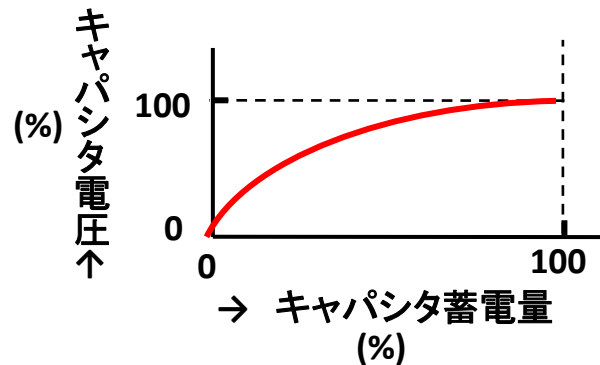
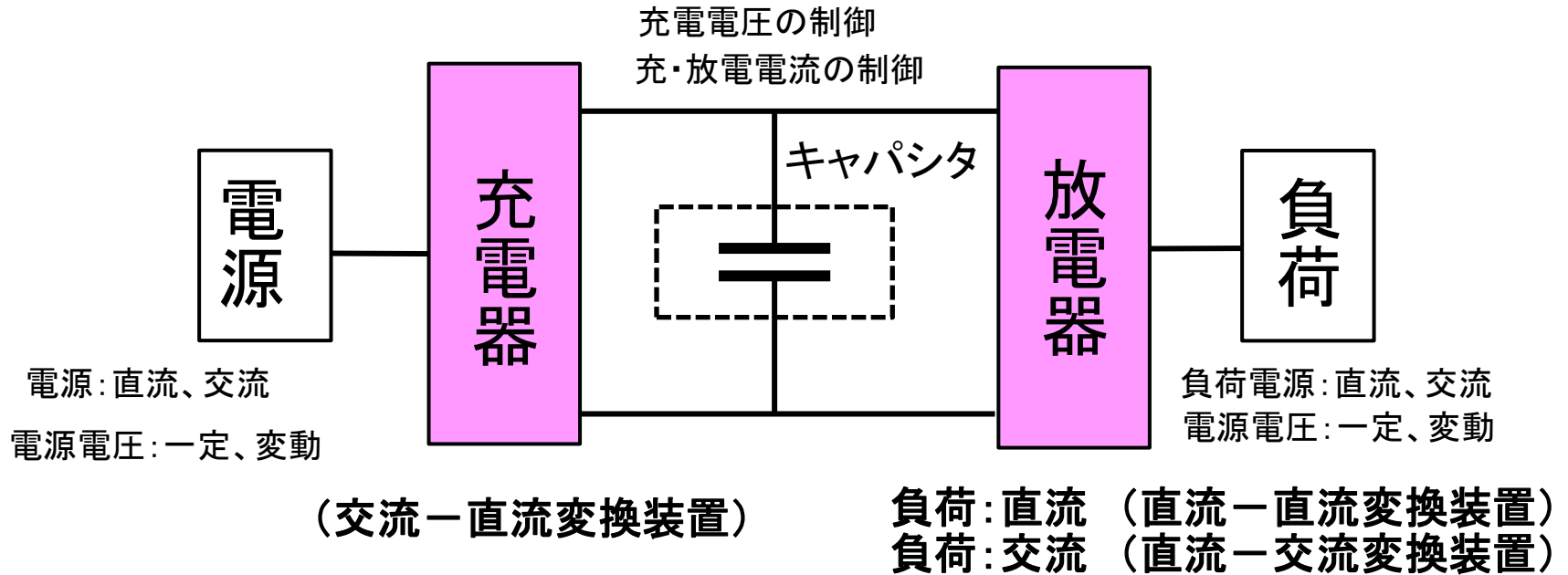
(最終回)

半導体変換装置(2)

- ・直流－交流変換装置
逆変換装置(インバータ)
- ・交流－交流変換装置
交流換装置
周波数変換装置
サイクロコンバータ
マトリックスコンバータ

キャパシタとパワーエレとの関わり

第1回パワーエレクトロニクス基礎講座テキスト再掲



パワーエレクトロニクス装置の分類

～入・出力形態からの分類～

(出典 電気学会 電気用語集 No.9)

入力	出力	装置の名称		別の名称(良く使われる名称)
		日本語	英語	
—	—	電力変換装置	converter	コンバータ
直流	直流	直流変換装置	d.c. Converter	DC-DC コンバータ
		直接直流変換装置	direct d.c. converter	
		直流チョッパ	d.c. chopper	
		間接直流変換装置	indirect d.c. converter	
交流	直流	順変換装置	rectifier	整流装置
直流	交流	逆変換装置	inverter	インバータ
交流	交流	交流変換装置	a.c. converter	AC-AC コンバータ
		直接交流変換装置	direct a.c. converter	
		間接交流変換装置	indirect a.c. converter	
		周波数変換装置	requency converter	直接周波数変換装置
		サイクロコンバータ	cyclocnverter	
		マトリックスコンバータ*	Matrix convereter	

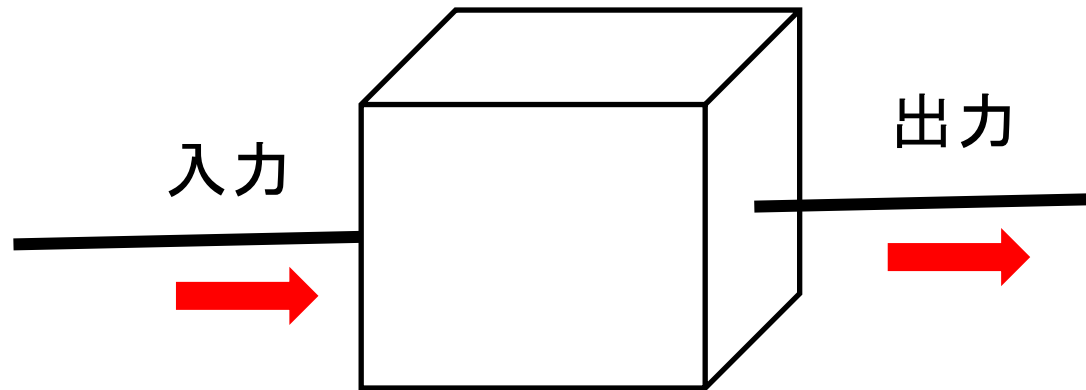
今回

* : 電気用語集 No.9 には、掲載なし。

入力と出力の定義

第1回パワーエレクトロニクス基礎講座テキスト再掲

パワーエレクトロニクス装置



→ 電力の流れる向き

入力: 通常の動作で電力(電流)の流れ込む側

出力: 通常の動作で電力(電流)の流れ出す側

直流－交流変換装置 (インバータ)

VVVFインバータ

VVVF : Variable Voltage Variable Frequency

可変電圧可変周波数インバータ

電動機の可変速運転用

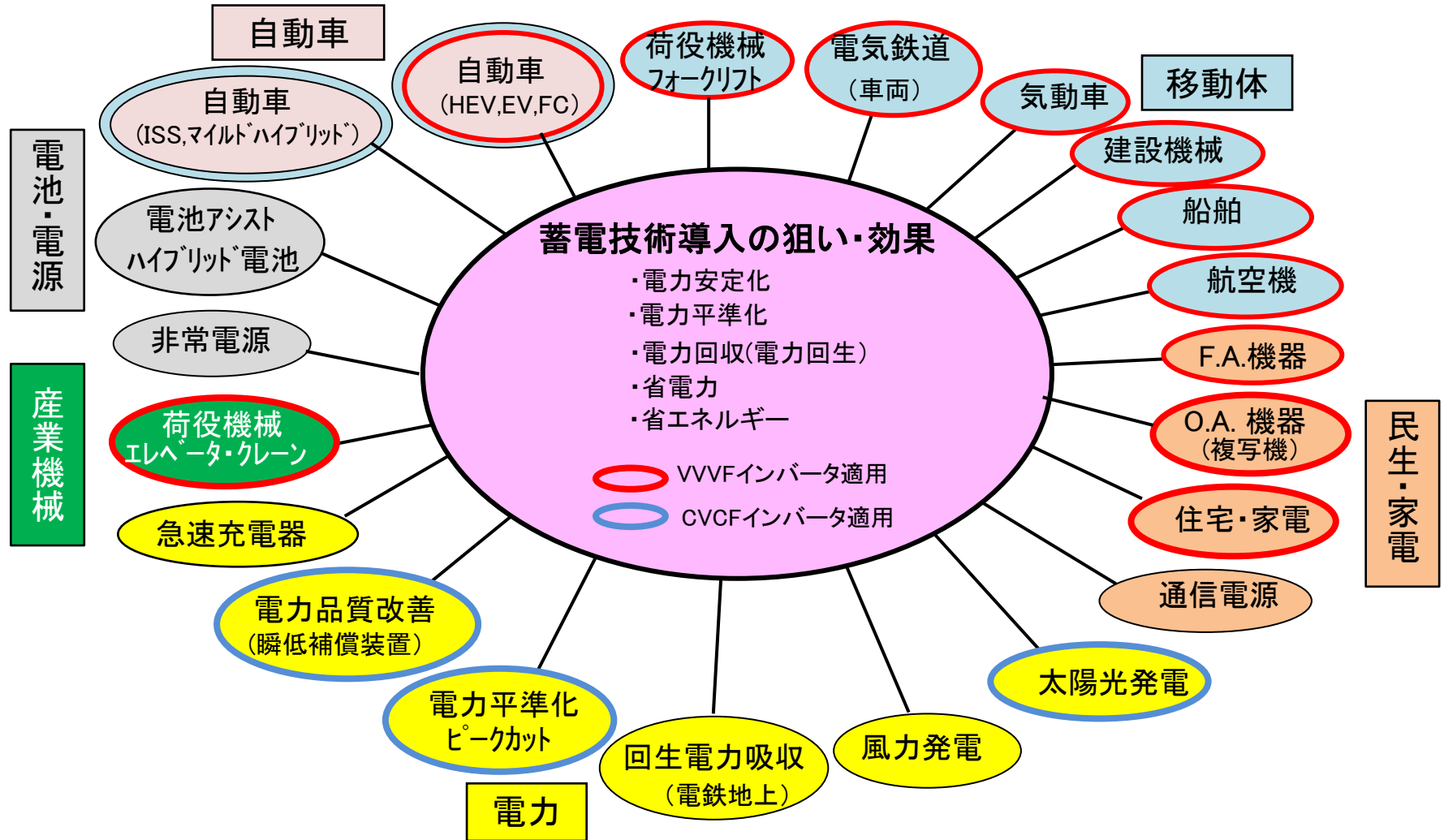
CVCFインバータ

CVCF : Constant Voltage Constant Frequency

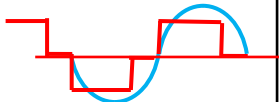
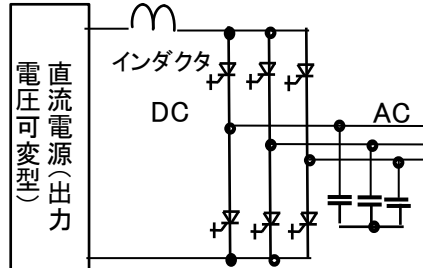
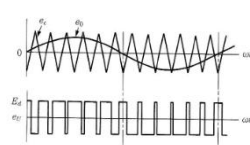
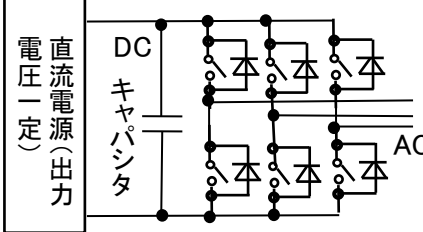
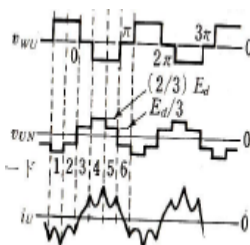
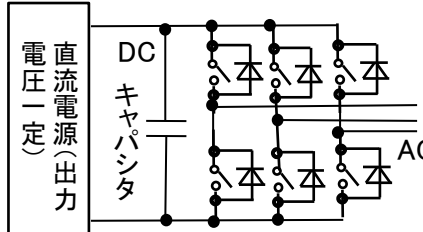
定電圧定周波数インバータ

UPS、PV用パワーコンディショナー等

インバータを活用している電力及び産業分野

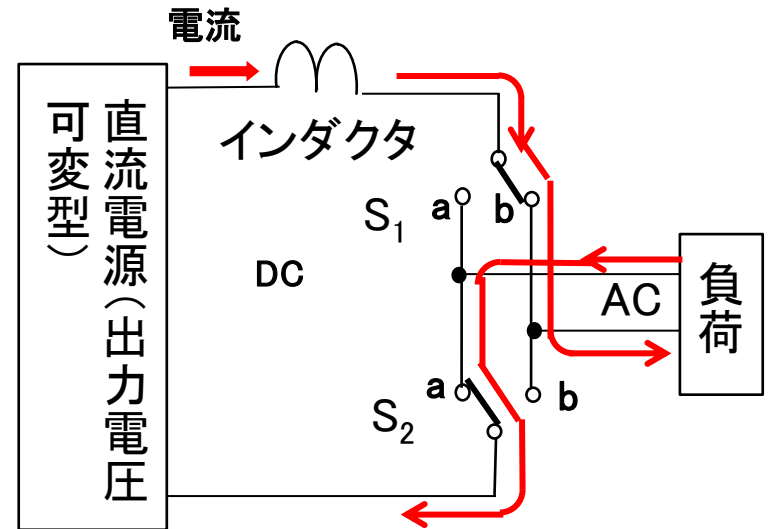
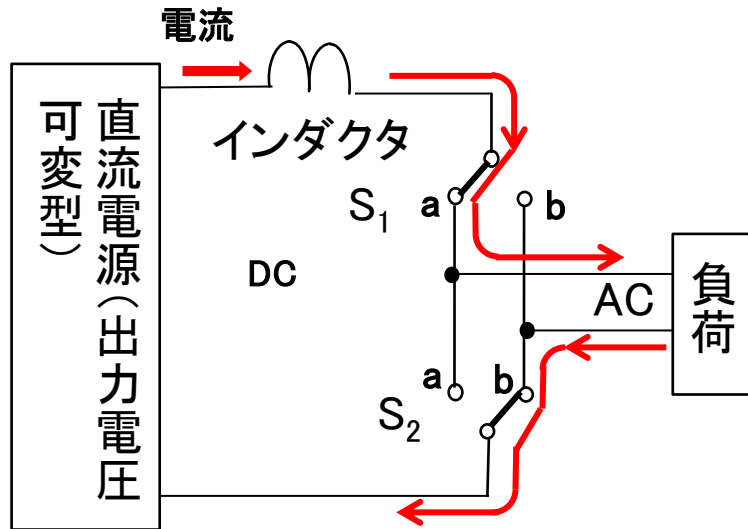


インバータの種類と特徴

方式	直流電源の種別	インバータ動作 出力電圧波形	出力電圧 可変制御	デバイス	主回路	備考
電流形	電流形	<p>1パルス動作</p> <p>— 負荷電流 — 負荷電圧</p> 	×	オン制御バルブデバイス (サイリスタ)	 <p>直流電源(出力電圧可変型)</p> <p>インダクタ</p> <p>DC</p> <p>AC</p>	<ol style="list-style-type: none"> 初期のインバータ方式の主流 チョップパ技術の転用 高周波オンオフ制御バルブデバイス無
電圧形	電圧形	<p>PWM動作</p> 	○	オンオフ制御バルブデバイス(GTO, パワートランジスタ)	 <p>直流電源(出力電圧一定)</p> <p>DC</p> <p>キャパシタ</p> <p>AC</p>	高周波オンオフ制御バルブデバイスが実用化された現在、インバータ主流。
		<p>1パルス動作</p> 	×		 <p>直流電源(出力電圧一定)</p> <p>DC</p> <p>キャパシタ</p> <p>AC</p>	

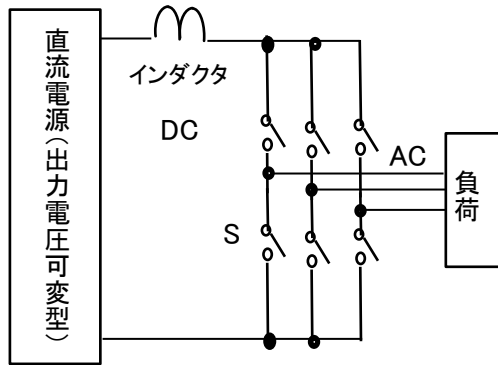
電流形インバータ

インバータの基本回路と動作



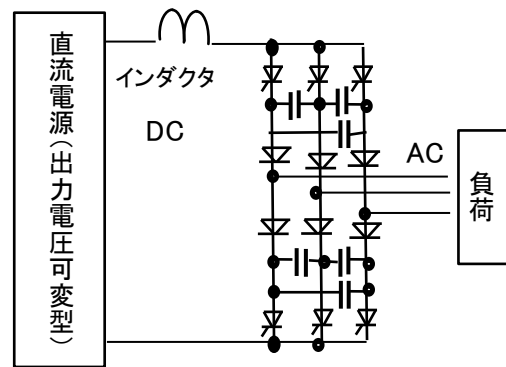
電流形3相インバータ

基本回路(3相)



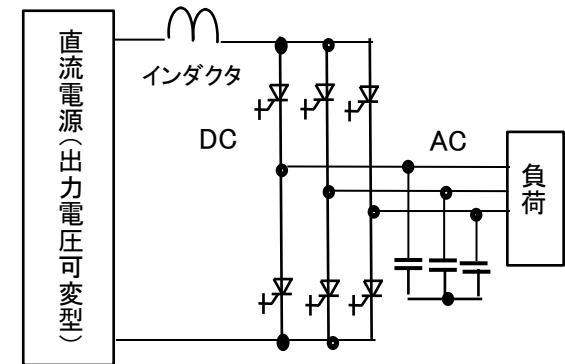
S: オン、オフ制御バルク
デバイス(逆阻止形):

サイリスタ式電流形
3相インバータ



♣ : サイリスタ
♠ : ダイオード

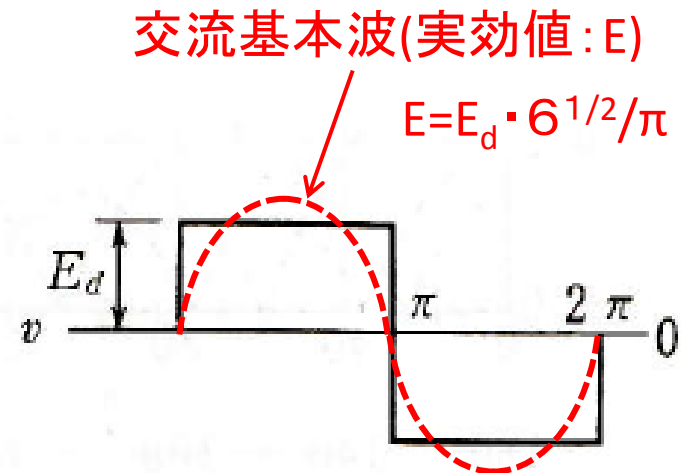
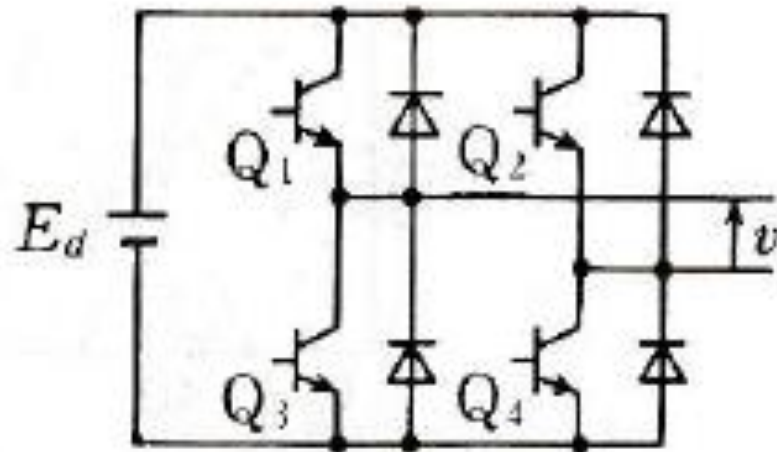
GTOサイリスタ式電流形
3相インバータ



♣ : GTOサイリスタ(逆阻止形)

電圧形インバータ

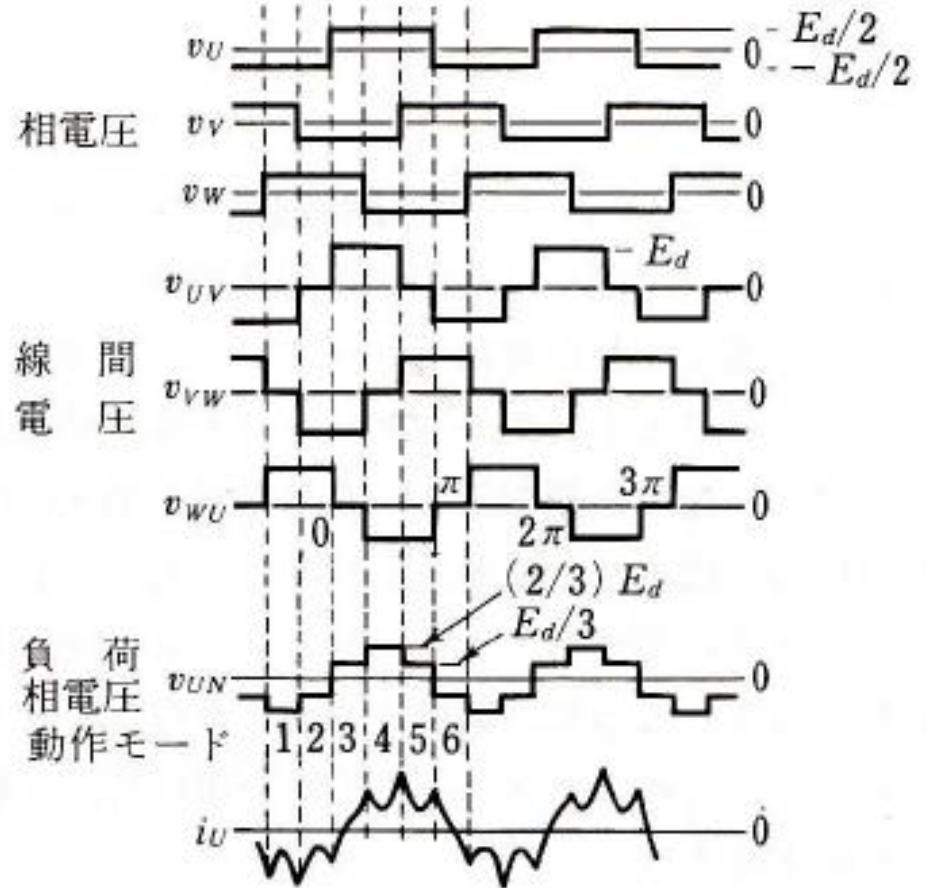
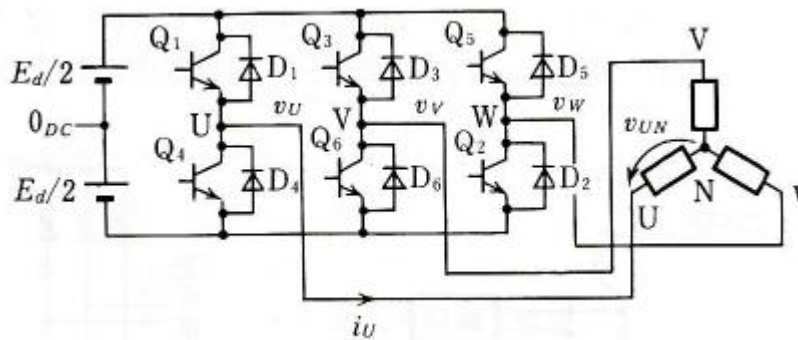
インバータの基本回路と動作 (1パルス動作)



3相電圧形インバータ

インバータの基本回路と動作

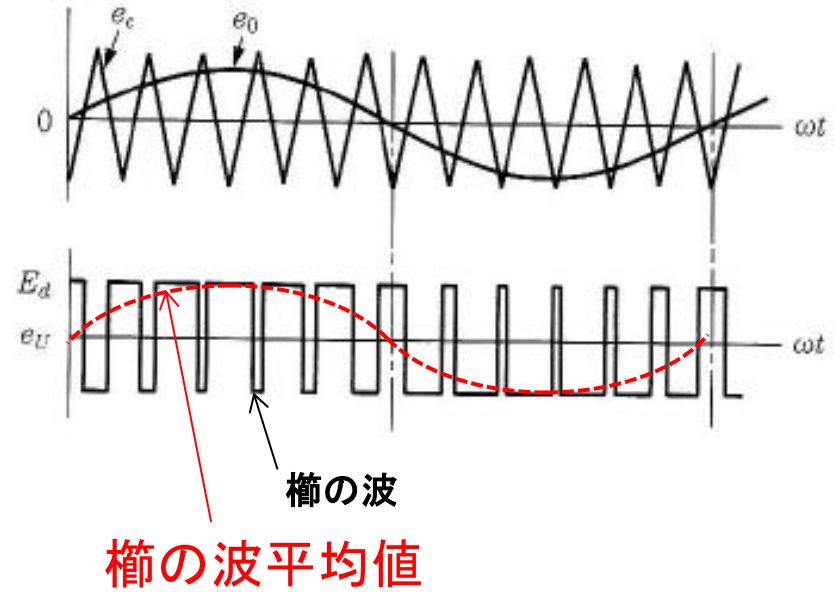
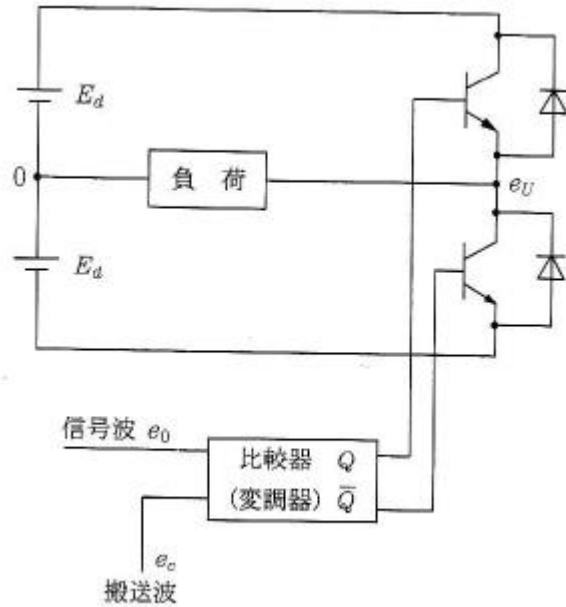
(1パルス動作)



出展: 電気学会 半導体電力変換回路

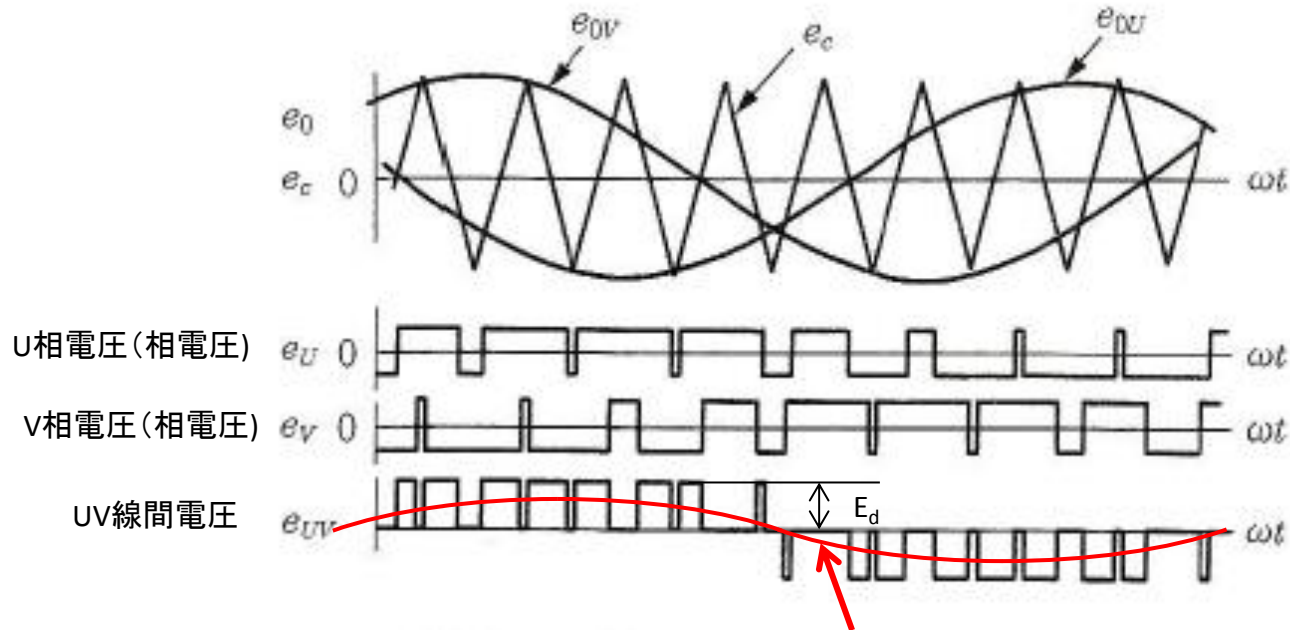
PWMインバータ(1)

単相PWMインバータの基本動作



PWMインバータ(2)

3相PWMインバータの基本動作



基本波電圧波形(実効値: E)

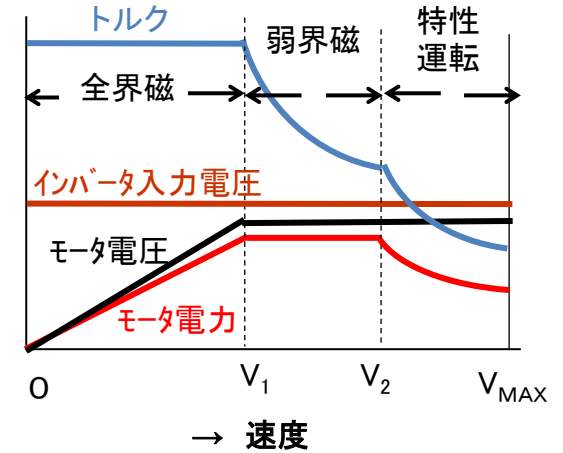
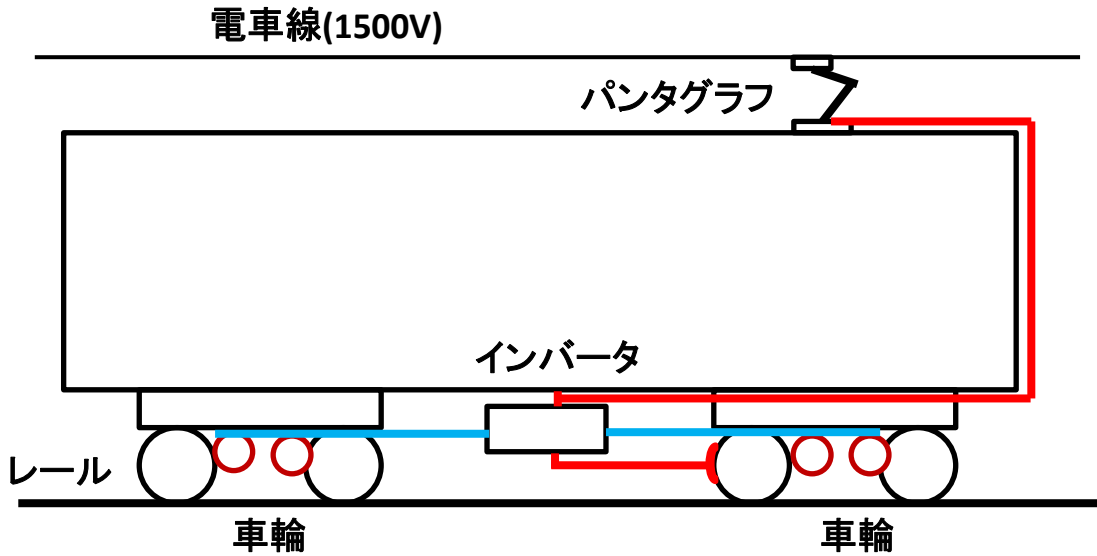
$E = E_d \cdot 1.5^{1/2} / 2$ (最大值) (正弦波-三角波変調)

VVVFインバータによるモータ の可変速運転の考察

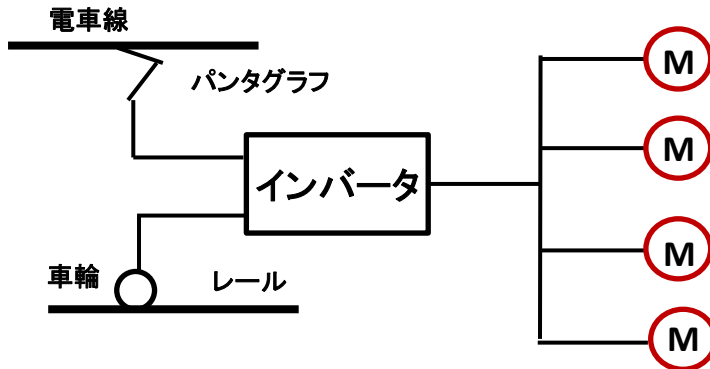
主な応用事例

- ・移動体の可変速駆動車
電車、電気自動車、船舶、建設機械
- ・産業、荷役、搬送用モータ可変速駆動
- ・産業用モータ可変速駆動

VVVFインバータ応用事例(電車)



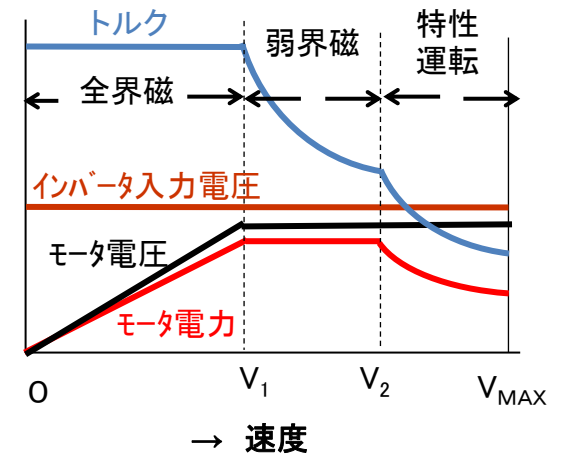
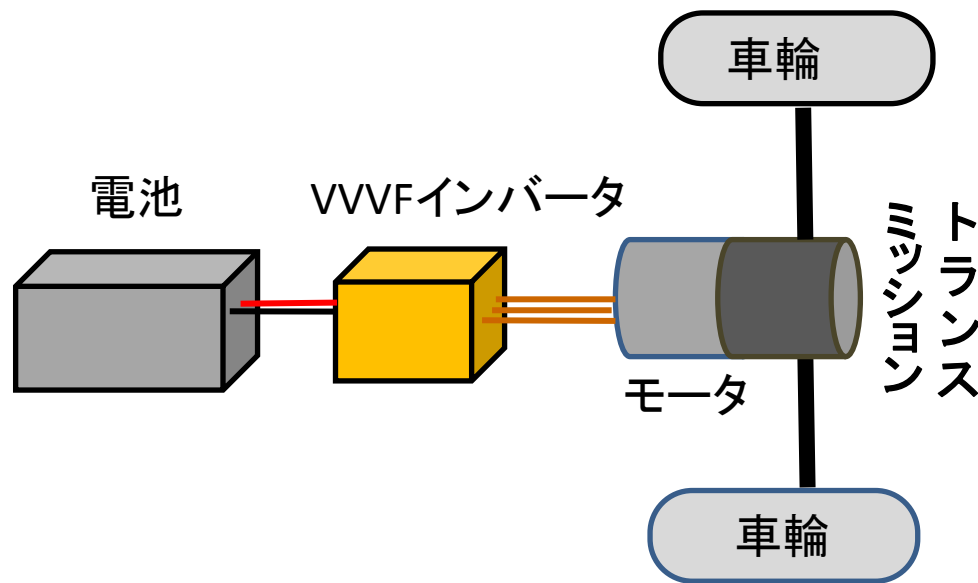
電车用VVVFインバータシステム



列車編成例

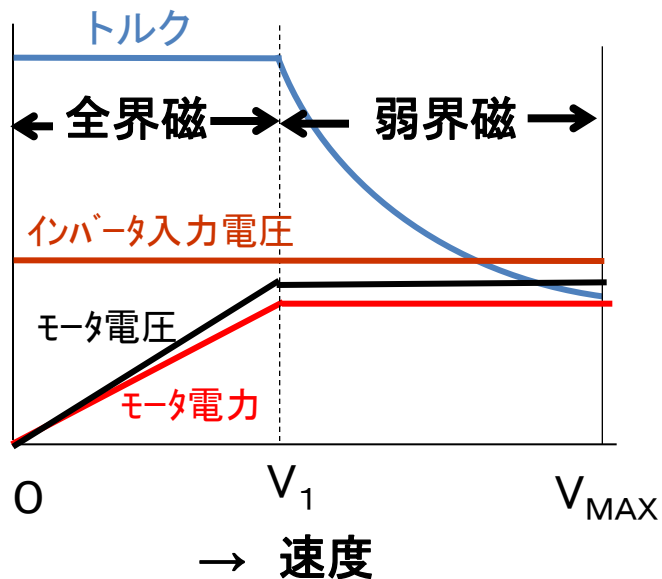


VVVFインバータ応用事例 (EV)



モータのトルク特性

一般的なトルク特性

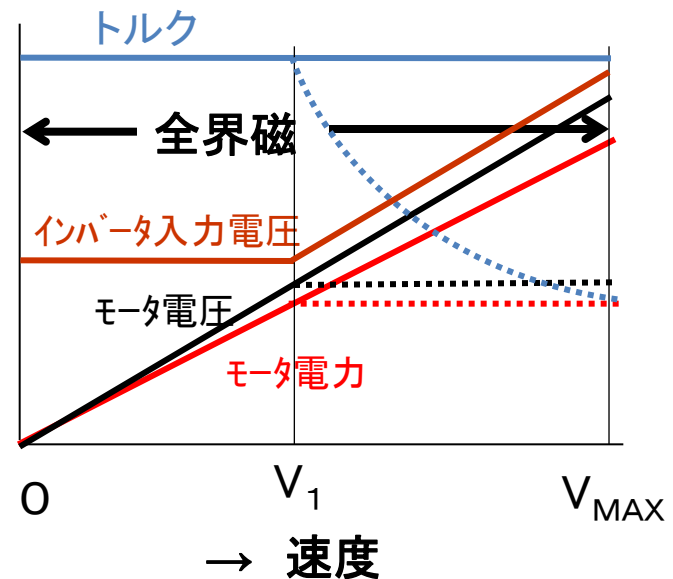


VVVFインバータ駆動モータの特徴

1. V/F が一定であれば最大トルクが出る。
2. 最大モータ電圧は直流電圧の $\sqrt{6}/\pi$ 倍。



中・高速域でインバータの入力電圧を高めれば全界磁運転ができる。



出展: H23年電気学会全国大会(No.4-210)

「自動車の純電気ブレーキ実現のための電気システムの提案」プレゼン資料

電気駆動車両の課題

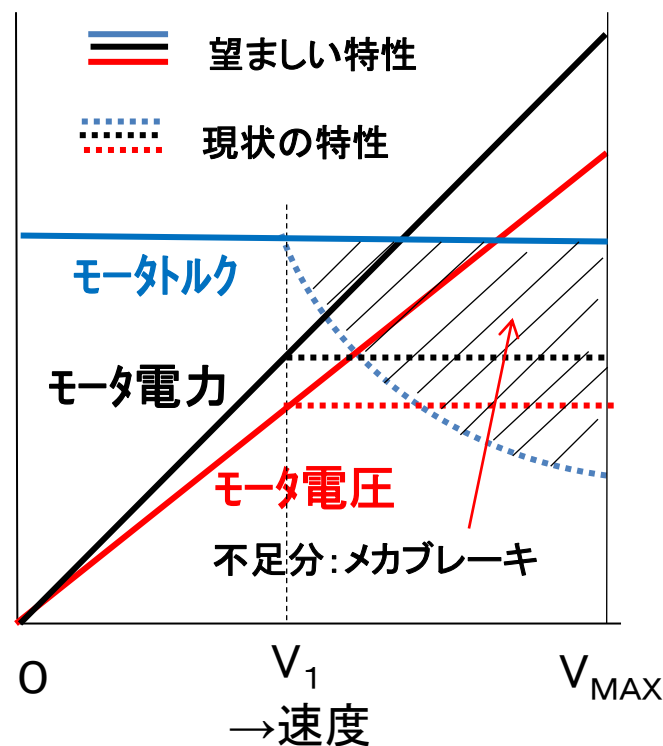
高速域での回生制動力不足



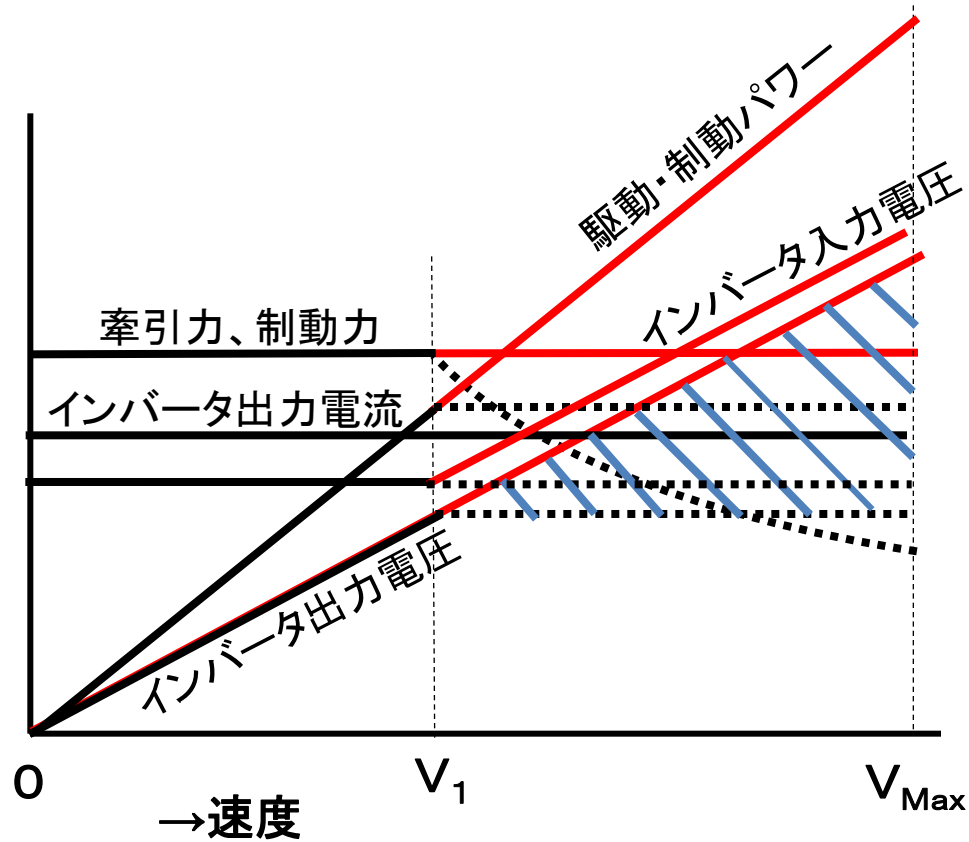
メカブレーキで補足



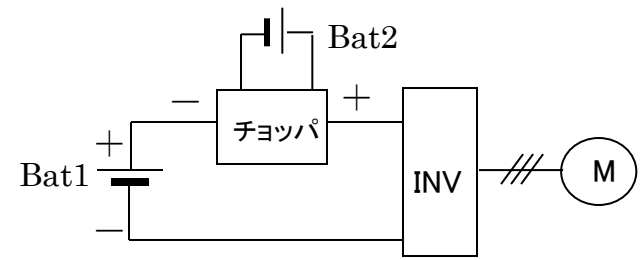
電気駆動車両の純電気
ブレーキの実現



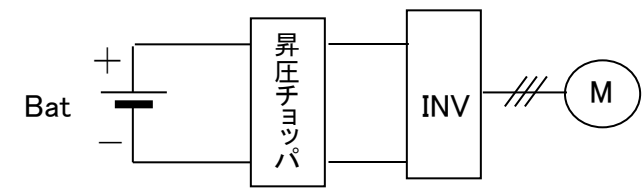
中高速域でのインバータ 入力電圧を高める方法



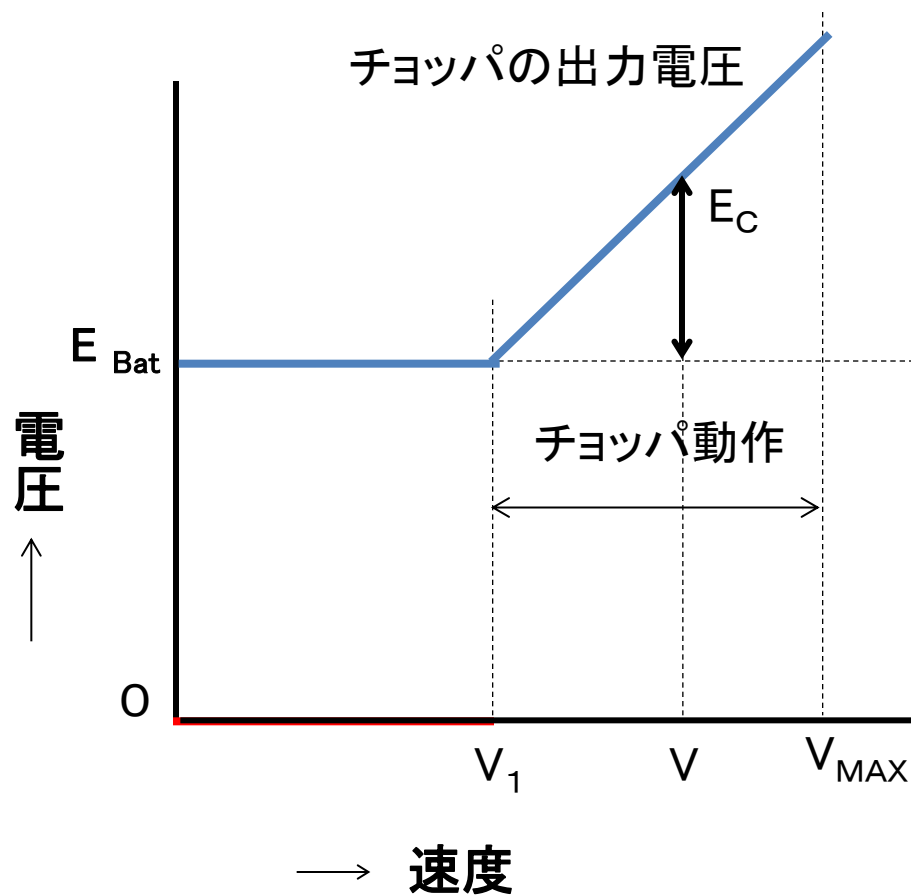
部分電圧重畳方式



昇圧チョツパ方式



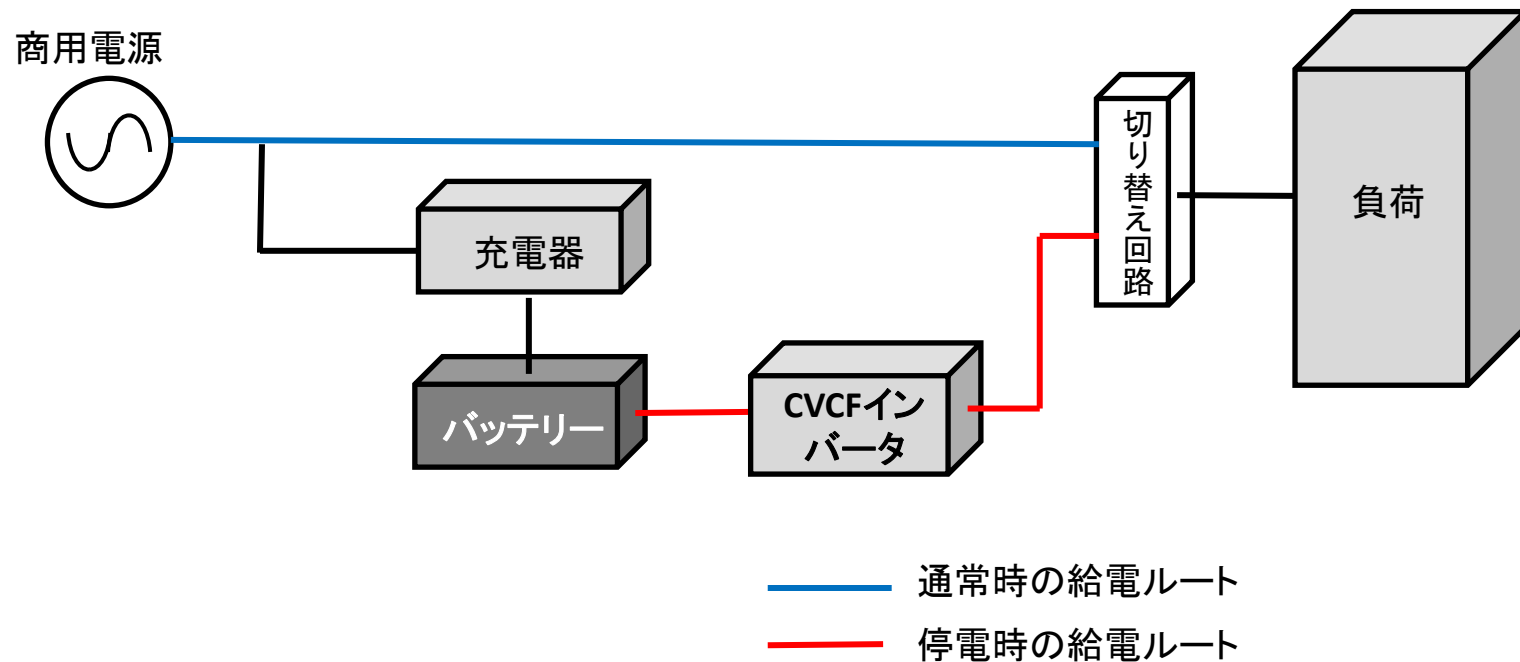
インバータ入力電圧



CVCFインバータ事例(1)

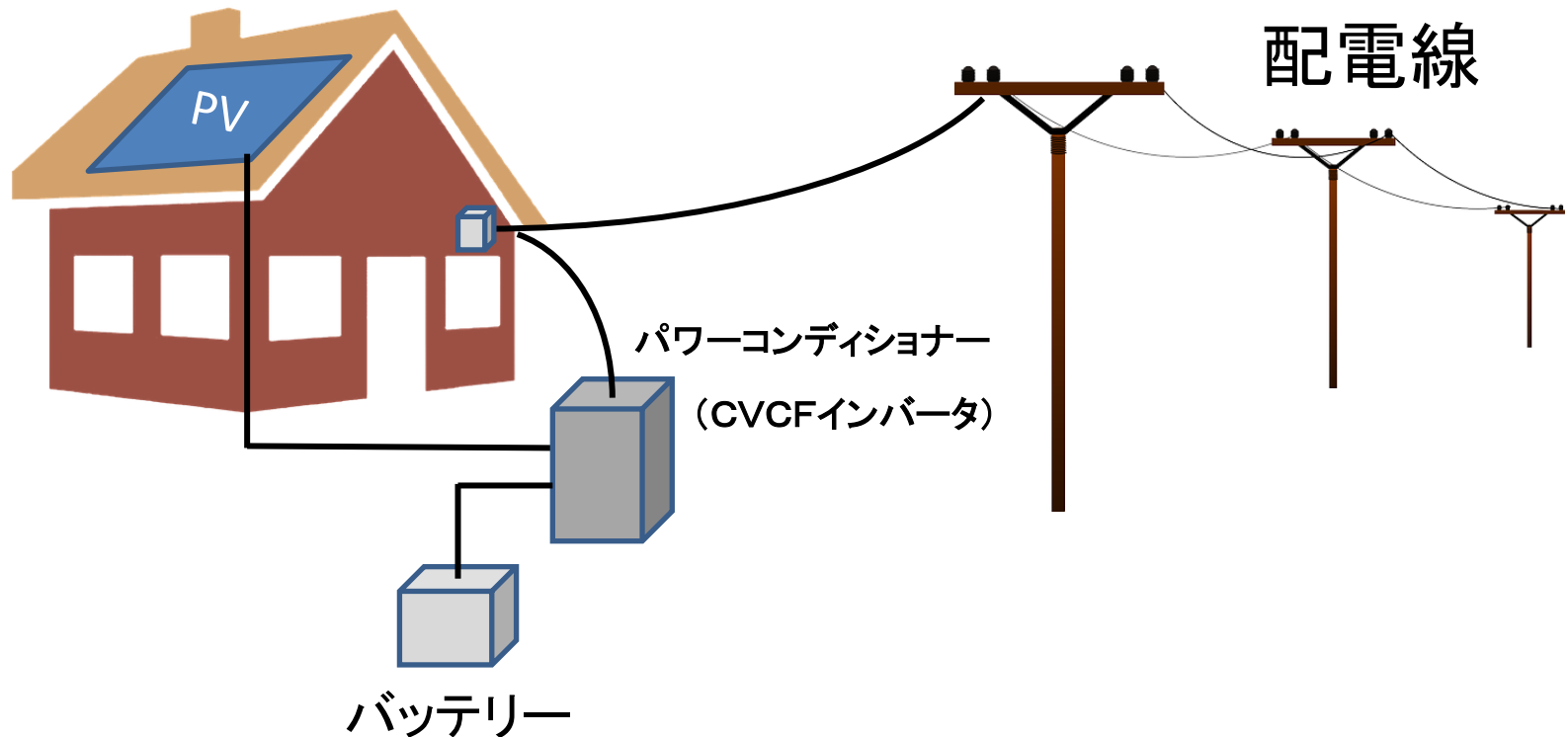
無停電電源装置(UPS)

UPS: Uninterruptible Power Supply



CVCFインバータ事例(2)

太陽電池パワーコンディショナ



交流－交流変換装置

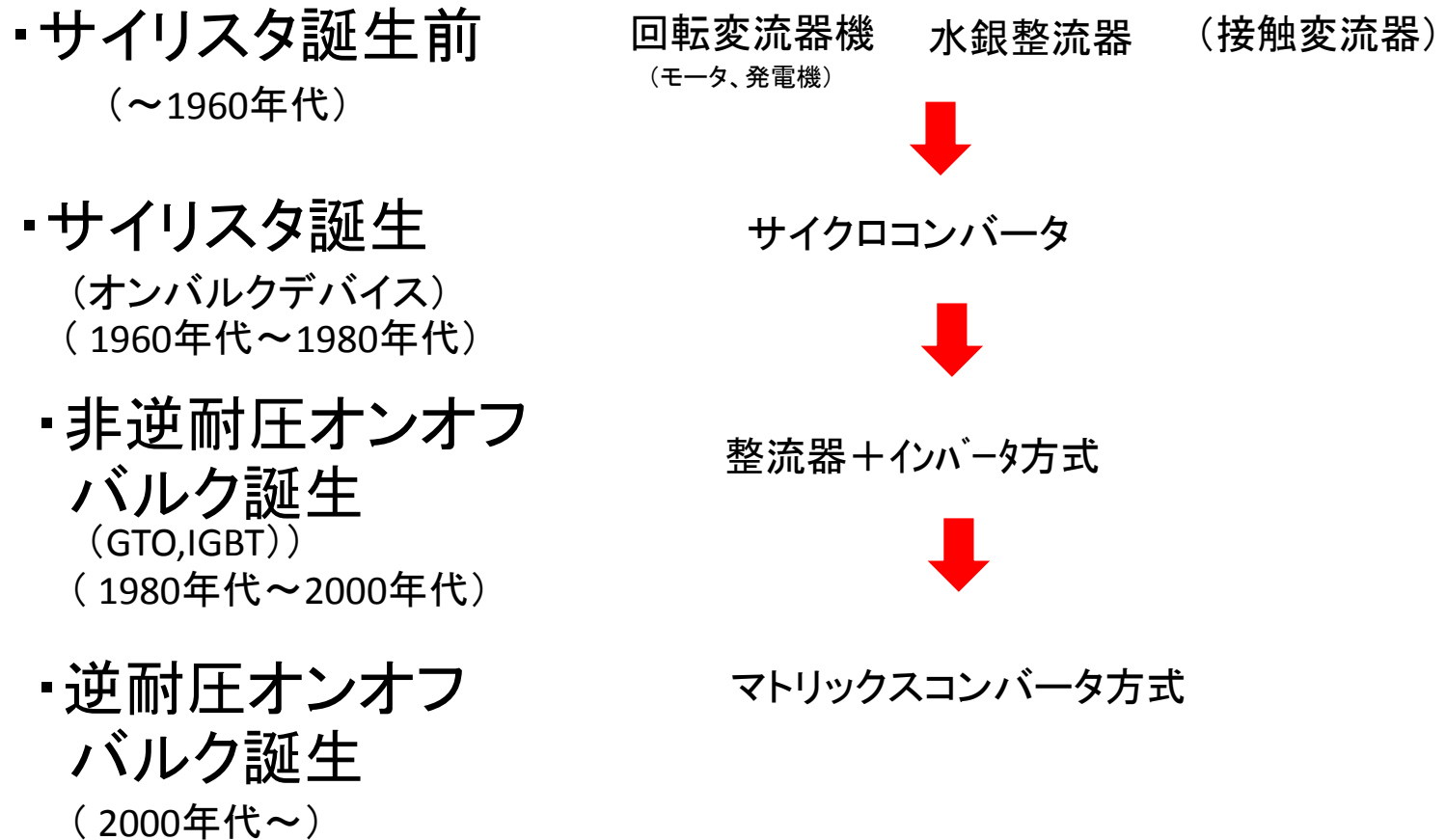
周波数変換装置

サイクロコンバータ

マトリックスコンバータ

交流－交流変換装置の変遷

(周波数変換装置)



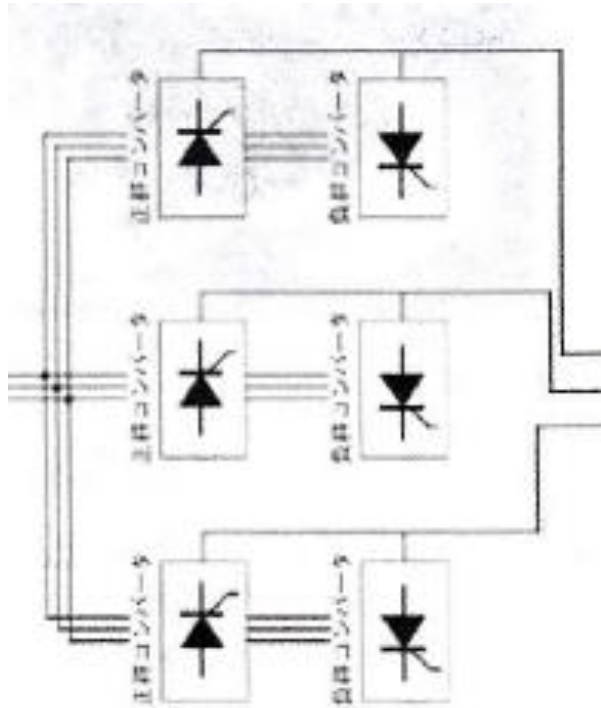
サイクロコンバータの種類と特徴

分類	方式名	分類	方式名
(1) 出力波形	正弦波出力サイクロコンバータ	(5) 位相制御	対称制御サイクロコンバータ
	台形波出力サイクロコンバータ		非対称制御サイクロコンバータ
(2) 循環電流	循環電流方式サイクロコンバータ	(6) 複合構成, その他	多重接続サイクロコンバータ
	非循環電流方式サイクロコンバータ		他励・自励ハイブリッドサイクロコンバータ
(3) 転流方式	他励転流方式サイクロコンバータ		別装置組合せ方式サイクロコンバータ
	自励転流方式サイクロコンバータ		高周波サイクロコンバータ
(4) 周波数変換	連続可変周波数サイクロコンバータ		
	固定周波数サイクロコンバータ		

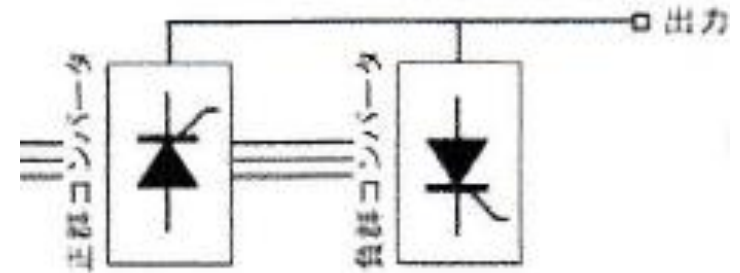
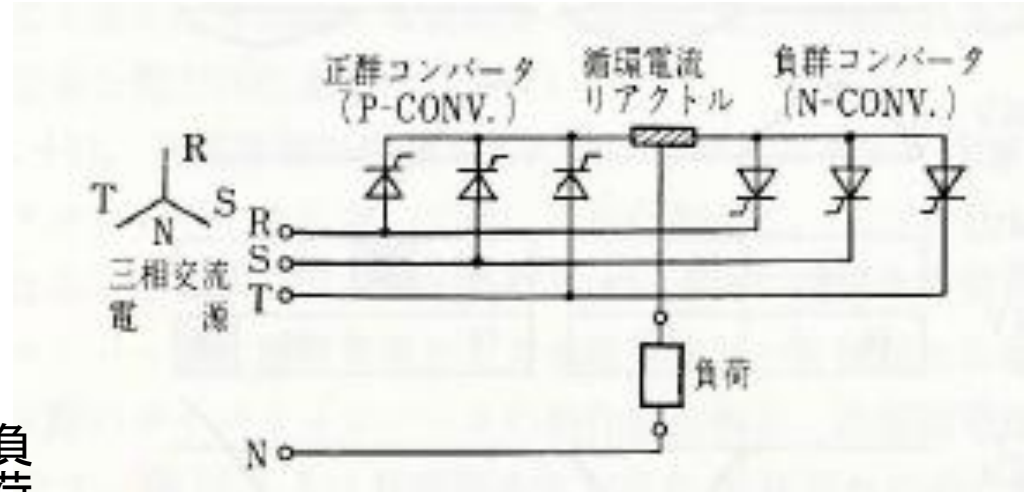
出展: 電気学会 半導体電力変換回路

サイクロコンバータの基本回路 (サイリスタ式)

電源側



負荷側



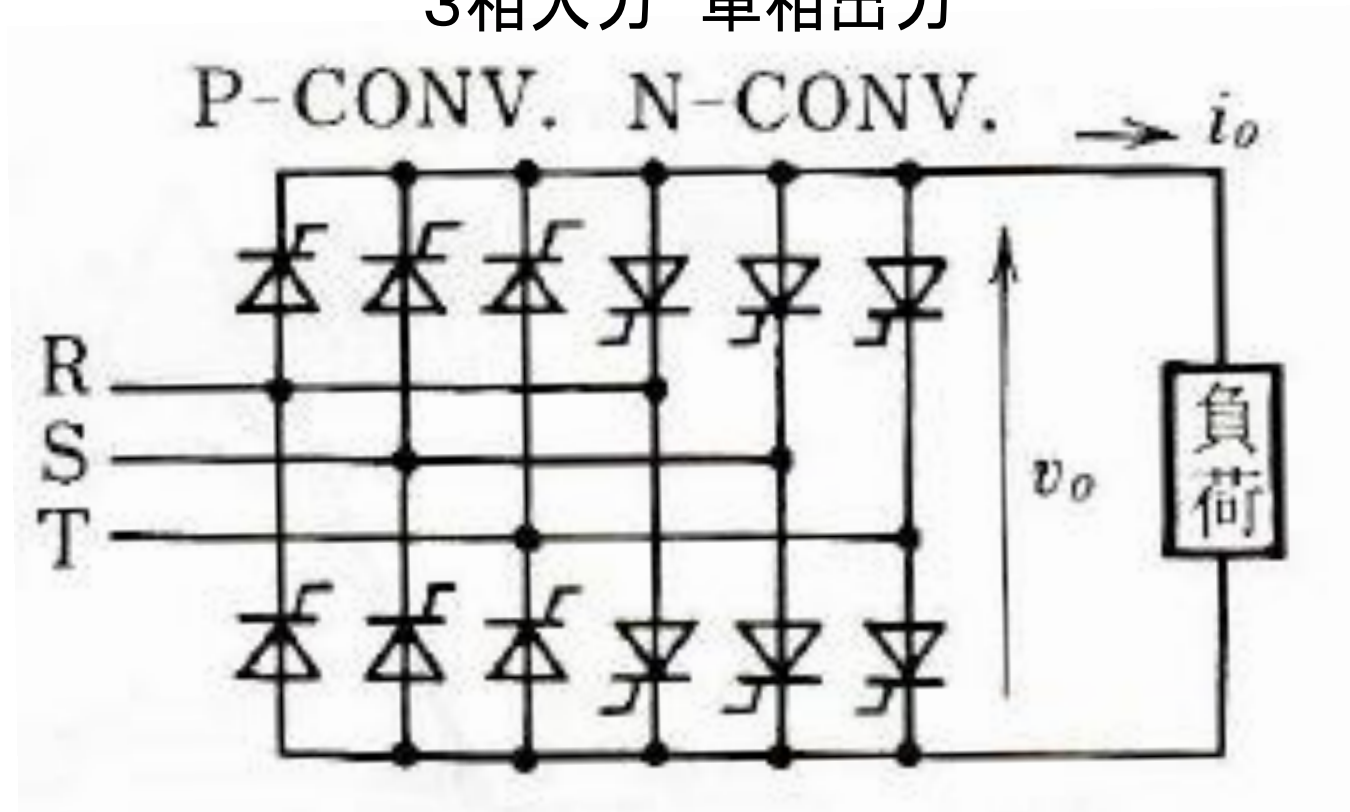
出展: 電気学会 半導体電力変換回路

出展: 電気学会 半導体電力変換回路

サイクロコンバータの基本回路

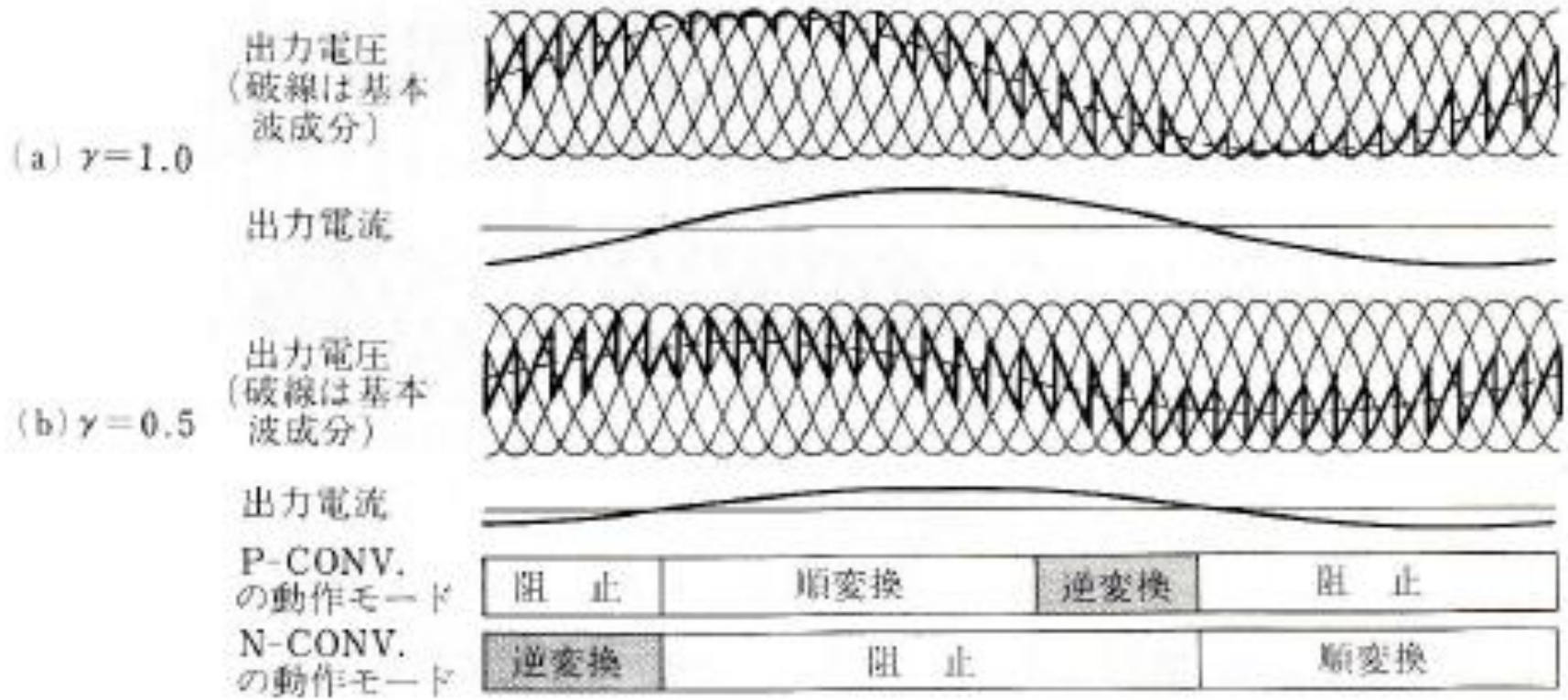
(サイリスタ式)

3相入力 単相出力



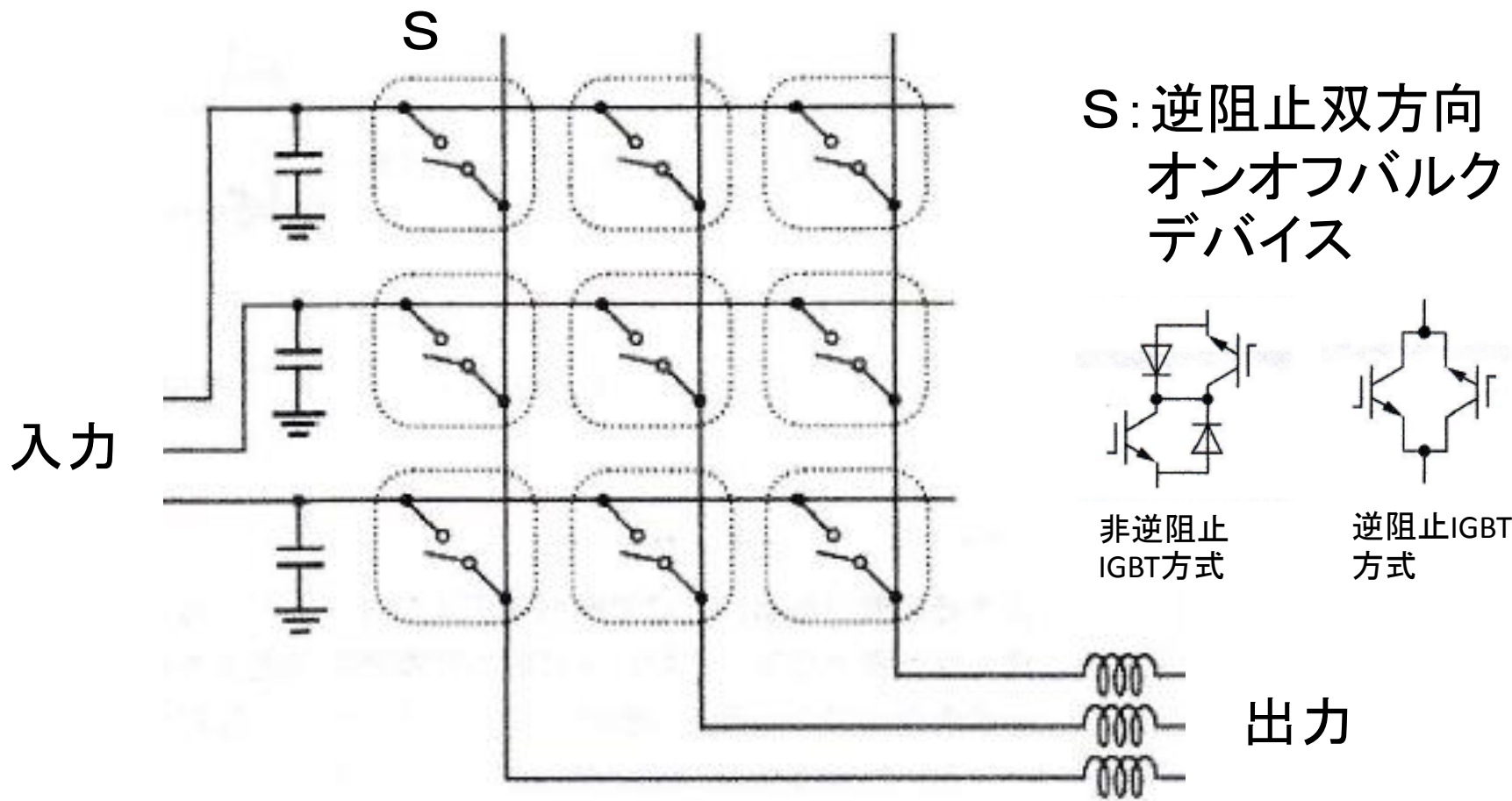
出展: 電気学会 半導体電力変換回路

サイクロコンバータの出力波形 (1相分)

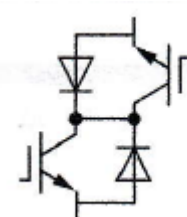


- ただし、
- (1) 出力電流波形は理想正弦波
 - (2) 負荷基本波力率角 $\phi_0 = +60^\circ$
 - (3) 周波数変換比 $f_0/f_i = 1/6$
 - (4) γ は出力電圧比

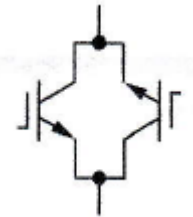
(3相)



S: 逆阻止双方向
オンオフバルク
デバイス



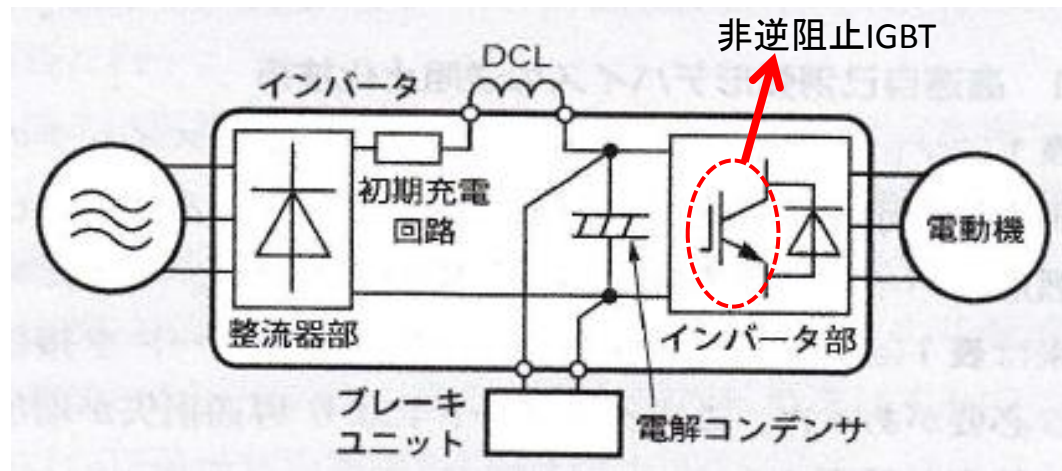
非逆阻止
IGBT方式



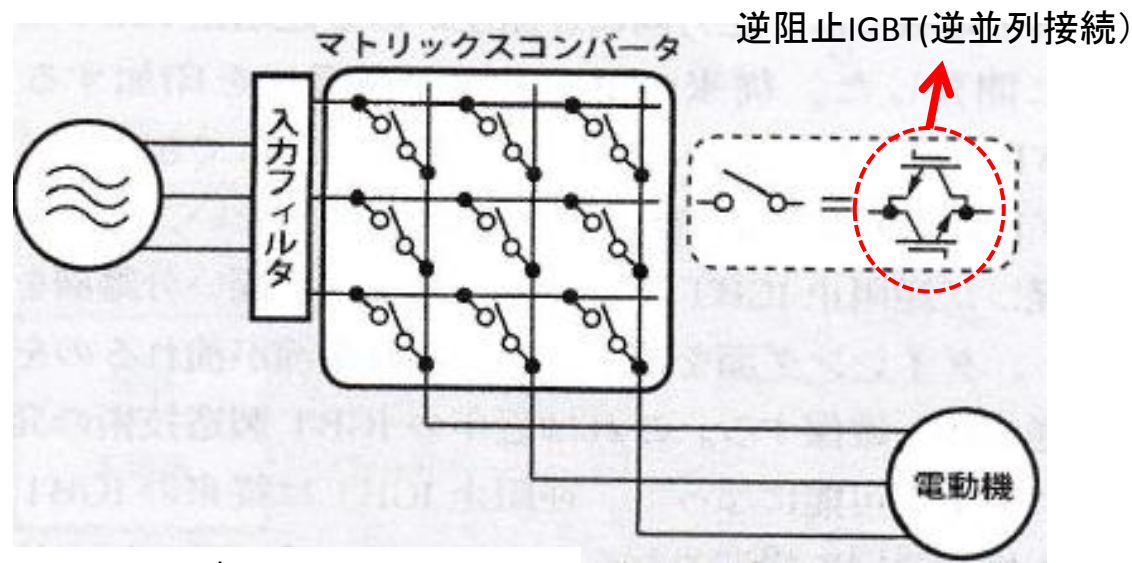
逆阻止IGBT
方式

従来方式との比較

従来方式



マトリクス
コンバータ
方式



マトリックスコンバータ製品事例紹介

富士電機：FRNIC Mxシリーズ

ニュースリリース 2006年3月6日

<https://www.fujielectric.co.jp/about/news/06030601/>

安川電機：U1000シリーズ

出展 <http://www.e-mechatronics.com/product/inverter/u1000/index.html>

キャパシタフォーラム

パワーエレ基礎講座

今回をもちまして終了です。

ありがとうございました。