

停電時自立運転機能付きコージェネ エコウィルプラスの紹介

Development of ECOWILL PLUS Micro-cogeneration Unit with Autonomous Operation Function
for Generating Electricity during Power Outages

武石 正 憲*

Masanori TAKEISHI

直 井 専*

Atsumu NAOI

中 川 義 徳*

Yoshinori NAKAGAWA

佐々木 信 行*

Nobuyuki SASAKI

要 旨

停電時に手動でガスエンジンを始動することで使用可能な家庭用小型コージェネレーションユニットの開発をした。停電時にバッテリー等の補助電力無しで始動できる装置としてリコイルスタータを搭載した。次に、リコイルによるエンジン始動を可能にするための自立始動制御を確立した。また従来のコージェネレーションユニットは、系統電源に接続するため 200 V で出力しているのに対し、自立運転時はユニットからの発電出力を直接電気機器に使用できるように 100 V の自立運転専用出力端子を装備した。

これらにより、現在販売しているコージェネレーションユニットに対し大きさと性能を保ちながら、停電時自立運転機能付きコージェネレーションユニットを開発した。

ABSTRACT

A micro combined heat and power generation (micro-cogeneration) unit for residential use has been developed that can be used during power outages by manually starting a gas engine. This unit is equipped with a recoil starter as a device that enables starting without a battery or other auxiliary power during power outages. Start control for autonomous operation was established to enable engine start by recoil. In addition, currently sold cogeneration units output at 200 V in order to connect with the grid power, but the developed unit also has a dedicated 100 V output terminal for autonomous operation so that the generated power output from the unit can be used directly by electrical equipment during autonomous operation.

These technologies enabled development of a micro-cogeneration unit with autonomous operation function for generating electricity during power outages that maintains the same size and performance of currently sold micro-cogeneration units.

1. まえがき

コージェネレーションシステムは発電機で電気を作り、その際生じた熱を回収利用するシステムである。CO₂削減の有効な手段とみなされており、産業用の熱源を兼ねた自家発電設備として大規模設備などを中心に以前から広く利用されてきた。

日本向け家庭用コージェネレーションシステムの設置イメージを Fig. 1 に示す。

2003 年 Honda は、汎用製品で培ったエンジン技術とインバータ発電機技術を応用し家庭向けに小型コージェネレーションユニットを日本国内で発売⁽¹⁾し、2006 年に第二世代の発売を経て、2011 年には複リンク式高膨張比エ

ンジン (EXlink) を搭載し高効率化、小型化させた第三世代モデル (以下、2011 年モデル) を発売⁽²⁾した。

日本では東日本大震災以降、計画停電や数度の自然災害

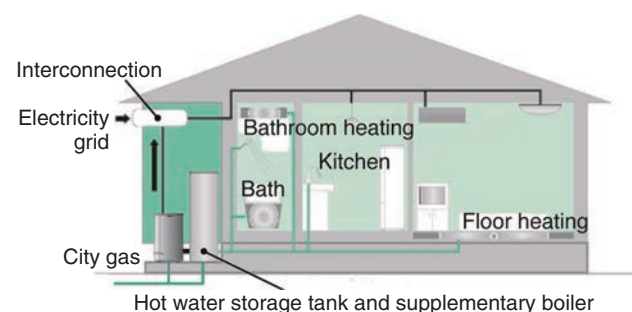


Fig. 1 General view of micro-cogeneration system

*汎用 R&D センター

による大規模停電を経験した。これに伴い、日本国内での停電時対応機器へのニーズが高まってきた。

本報では 2011 年モデルにリコイルスタータ機能を付加したエコウィルプラスの構成である停電時自立運転機能付き家庭用小型コージェネレーションユニット (以下、コージェネユニット) の紹介をする。Fig. 2 にエコウィルプラスの外観を示す。(エコウィルプラスは大阪ガス株式会社の登録商標)



Fig. 2 Micro-cogeneration unit with autonomous operation function for generating electricity during power outages

2. 開発のねらい

本ユニットの開発にあたっては、現在量産している 2011 年モデルの大きさと性能を維持しつつ、最小限の変更で自立始動機能を付加することを目的とした。そこで通常運転性能は 2011 年モデルと同一としながら、停電時には手動で始動し、自立運転を開始して確実に電気を供給できる仕様を実現させた。また、通常運転では系統電源 (商用電源) に接続しているため単相三線 AC100 V/200 V 出力だが、停電時に使用が想定される電気機器は AC100 V であるため、単相二線 AC100 V で出力できるようにした⁽³⁾。

3. 主要諸元および特徴

3.1. システムの構成と仕様

今回開発したコージェネユニットの構造を Fig. 3 に、主要諸元を Table 1 に示す。

2011 年モデルに対し、リコイルスタータの搭載と自立運転専用出力端子 (最大出力 980 VA) を有することが特徴である。

3.2. 停電時始動方法

コージェネユニットは、エンジン始動時にスタータモータを起動するための外部電力を必要とする。それに対し停電時に自立運転をするためには、外部電力なしにエンジン

Table 1 Specifications

Output	Electricity	Grid connection	1000 W
		Autonomous operation	980 VA
	Heat		2500 W
Heat recovery			75°C hot water
Efficiencies (LHV)	Electricity		26.30%
	Heat		65.70%
Dimensions (L × W × H)			580 mm × 298 mm × 750 mm
Mass			76.0 kg
Noise	Grid connection		43 dB(A) / 1 m (JIS B 8627-1)
	Autonomous operation		47 dB(A) / 1 m (JIS B 8627-1)
Starting system	Grid connection		Starter generator
	Autonomous operation		Recoil starter
Engine	Type		GFV110 (EXlink)
	Displacement (Comp./Exh.)		110 cm ³ / 163 cm ³

Table 2 Comparison list

Item	Recoil starter	Starter motor	Starter generator
Power source	None (Manual)	Battery	Battery
Usability	Good	Good	Good
Mass-production experience	Good general purpose engine	Good general purpose engine	Good cogeneration unit
Installation ability	Fair Need operating space	Good	Good
Maintainability	Good	Fair Must replace battery	Fair Must replace battery
Layout feasibility	Good	Fair Need additional space	Fair Need additional space
Conformity to regulation	Good	Good	Good

の始動させる必要がある。そこで、停電時の始動デバイスは以下のようなものが挙げられる。

- ・汎用エンジンに多く用いられるリコイルスタータ
- ・二輪車などに用いられるキック式スタータ
- ・自動車などに用いられるバッテリー搭載セルスタータ
- ・バッテリー搭載のスタータジェネレータ

検討を進めるにあたり、エンジン始動への適用性から、リコイルスタータおよびバッテリー搭載方式の二つを比較検討した結果を Table 2 に示し、最終的にリコイルスタータを選択した。

2011 年モデルで小型化したユニットでは、エンジン周囲の空間が少なかったため、汎用エンジンで使われているリコイルスタータを搭載することが困難であった。そこ

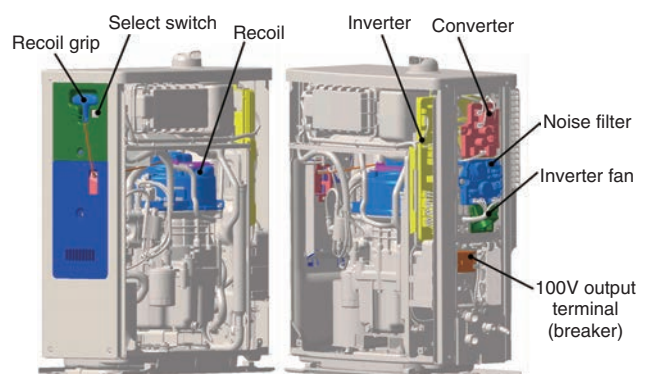


Fig. 3 Structure of micro-cogeneration unit

で、オルタネータ上部にある冷却ファンに着目し、これを専用化しファンカバーとリコイルスタータを一体化することで冷却機能を損なうことなく、リコイルスタータを搭載することが可能となった (Fig. 4)。

リコイル操作部分は、エンジンルーム内の騒音がロープガイド部から漏れるのを防止する目的と、誤操作やいたずら防止の観点から操作パネル部にリコイルグリップを収納し、スイッチパネルカバーで保護した (Fig. 5)。

3.3. 自立用インバータ

現行モデルのインバータは系統電源との連系 (接続) をおこなうため単相三線 AC200 V 出力となっている。これに対し自立運転で発電するときは、国内認証⁽⁴⁾に対応するため系統連系出力端子と独立した専用出力端子を持たせる必要がある。また、自立運転の場合、専用コンセントにて一般電気機器が使える高品質な AC100 V 出力にするため、専用インバータが必要である。

本開発では、系統連系出力と自立出力を両立するインバータを開発した。また AC100 V 出力の場合、電流値が通常運転に対して約 2 倍となるため、インバータ素子の発熱量が増加する。そのため自立運転時のみ稼働するインバータ冷却用小型電動ファンを採用した。

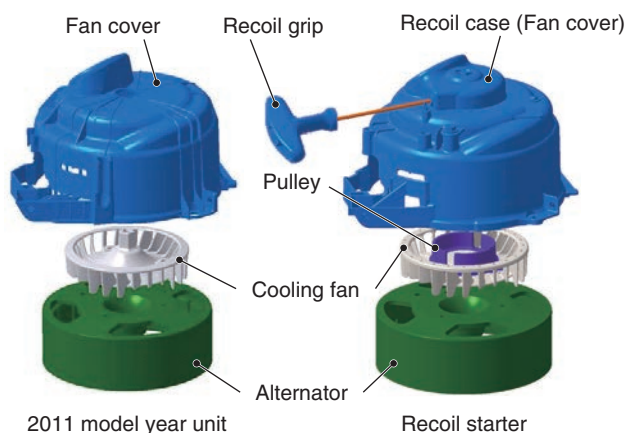


Fig. 4 Recoil starter

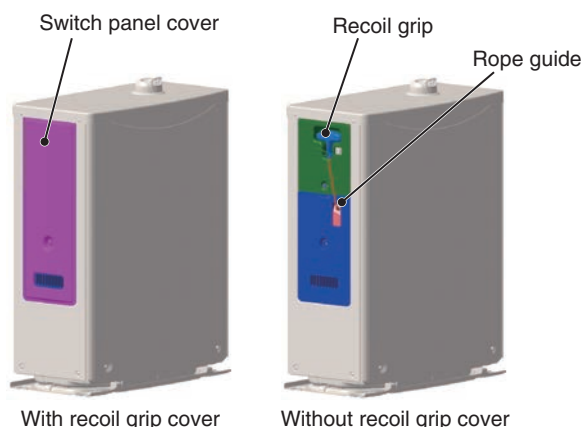


Fig. 5 Position of recoil grip

3.4. 自立運転時の電気の流れ

自立運転では専用出力端子から電力を供給しなければならないため、給湯器のコンセントを停電時用コンセントに差し替え、リコイル始動をおこなう (Fig. 6)。

通常時と停電時の電気の流れを Fig. 7 に示す。

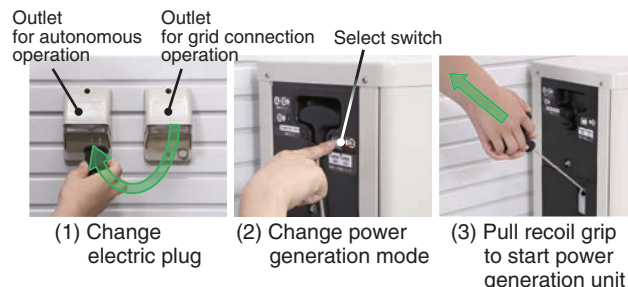


Fig. 6 Starting procedure

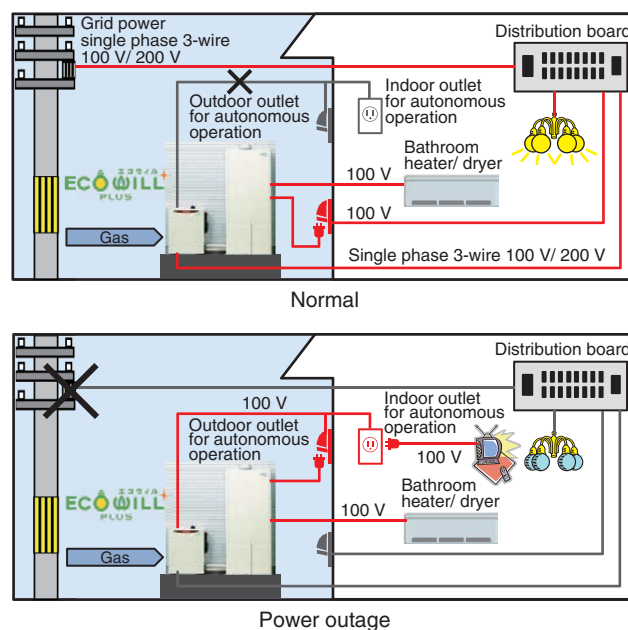


Fig. 7 Flow of electricity

4. 主要技術

4.1. リコイルスタータ

4.1.1. 要求性能

リコイルスタータに求められる項目は以下である。

- ・エンジンルーム内温度 (約 80℃) 環境下での耐久性をもつこと
- ・リコイルスタータ操作初心者でも引けること

4.1.2. 達成手法

操作荷重と回転速度、すなわちロープストロークは相反する要求となる。しかし本開発のねらいから、きょう体の大きさを変更せずにリコイルスタータ機能を追加する必要があった。そこでエンジンの冷却機能を損なうことなく、冷却ファン内に入る最大のプーリ径を検討した。冷却風流

れ解析 (Fig. 8) を実施したところ、最大プーリ径は 75 mm となることが分った。実機にて確認した結果においても冷却性能が同等になることを確認した。これにより冷却ファン上部にロープを巻き取るリールを設定することができた (Fig. 9)。自立始動操作に要求されるスペースは一般的な使用環境下での設置条件より 1500 mm と設定し、これによりリール径は 46 mm と決めた。この結果、必要操作荷重は 400 N レベルとなり、これは汎用エンジンにおいて 400 cm³ クラスと同等とすることができた。また大型リコイルグリップを採用し操作性を向上させることで操作の負担を軽減した。さらに三次元データの人型モデルにより最適なロープ引き方向を導き出し、ロープ擦れ等が発生しにくいロープ出口部形状とした (Fig. 10)。

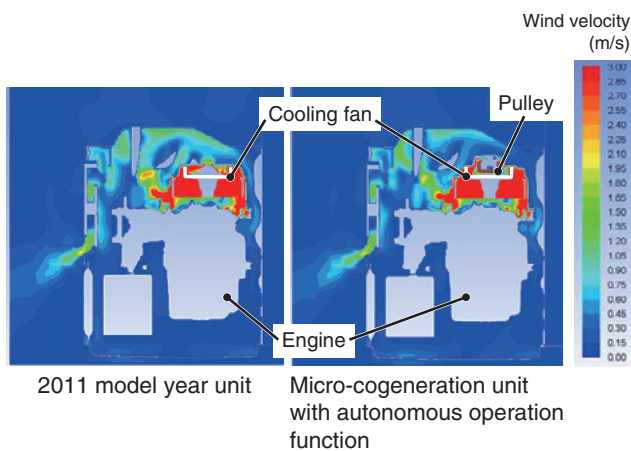


Fig. 8 Flow analysis of cooling wind

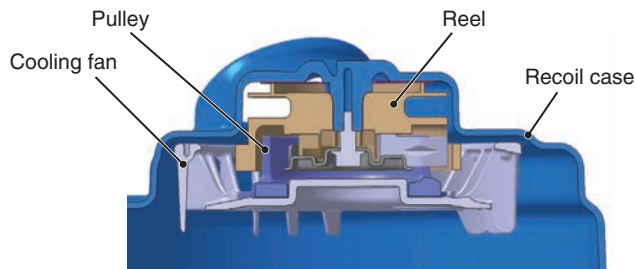


Fig. 9 Structure of recoil

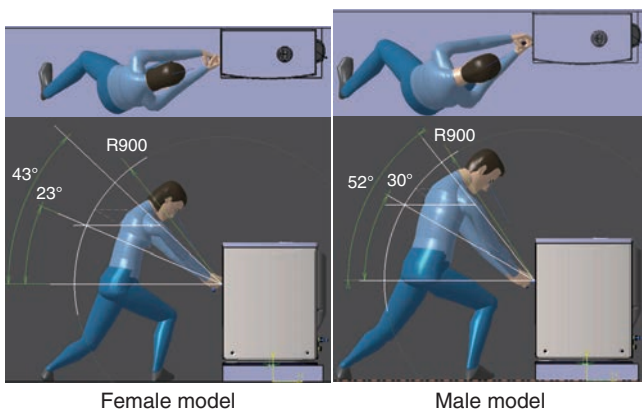


Fig. 10 Human model layout

高温劣化特性や耐久性を考慮しリコイルロープ材質は、多くの汎用エンジンで使用されているナイロン繊維ロープではなく、今回はアラミド系繊維ロープを採用した。またリールを支持するリコイルケースのボス部は、リコイル操作時に大きな荷重を受ける。そのためリコイルケースをアルミ製にすることで、高温時の強度と長期耐久性を確保した。

4.2. 自立始動制御

4.2.1. 要求性能

従来の始動は商用電源を用いての始動であり、点火に必要な電力は十分であった。それに対し自立時は、リコイル始動によりエンジンが回転している約 1 秒の間に、点火プラグの点火に必要な電力をイグニッションコイルに供給することでエンジン始動のための点火回数を確保することが必要とされる (Fig. 11)。

4.2.2. 達成手法

前述のように、確実なエンジン始動のためには点火回数の確保が必要であり、そのためには点火を制御する ECU を素早く起動させる必要があった。また点火回数確保のためには、安定した制御電源を確保する必要があった。そこで、ECU 上段に昇圧コンバータを設定 (Fig. 12) した。

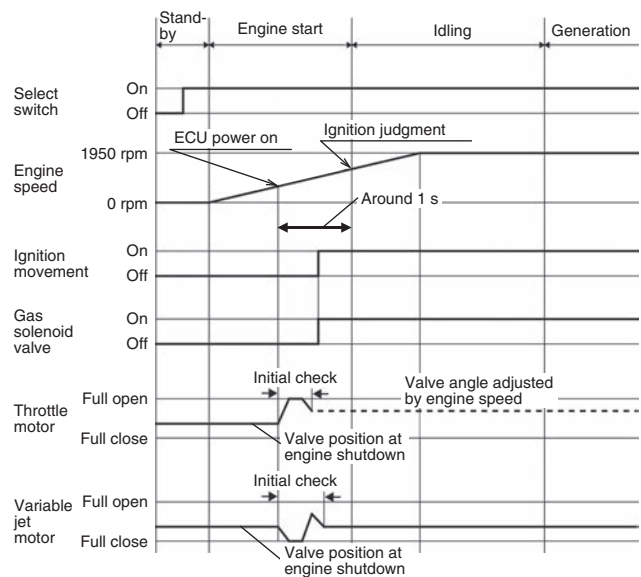


Fig. 11 Starting sequence of autonomous operation

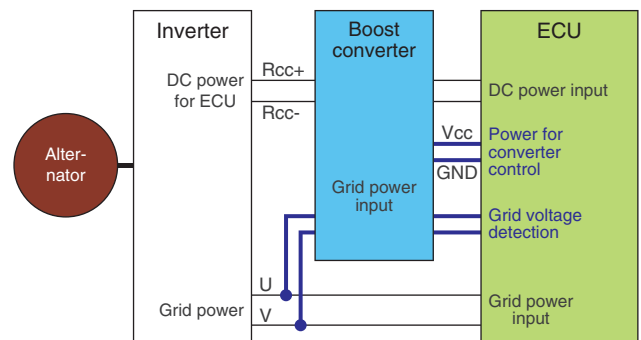


Fig. 12 Diagram of converter

Fig. 13 に示すように、エンジン回転数が 550 rpm を越えたところで昇圧コンバータが機能し ECU を早期に起動させつつ、点火可能電圧時期を長期化しエンジン始動のための点火回数を確保することが可能となった。

4.3. 自立運転制御

4.3.1. 要求性能

自立運転制御では、3.3. 節で述べた認証対応と共に、過負荷に対するシステム保護機能が必要である。

4.3.2. 達成手法

系統連系出力と自立出力回路をもち、基板内に各出力用のリレーとインターロック回路を設け、誤出力の防止に寄与した。ブロック図を Fig. 14 に示す。

系統連系保護機能をもとに、自立時に想定される瞬時過負荷や、徐々に最大出力を越える場合を想定した自立専用保護機能を追加した。これらは、過負荷運転時にエンジン低回転保護と瞬時過負荷保護を機能させる。いずれの保護機能も作動した場合は、エンジンを停止させるこ

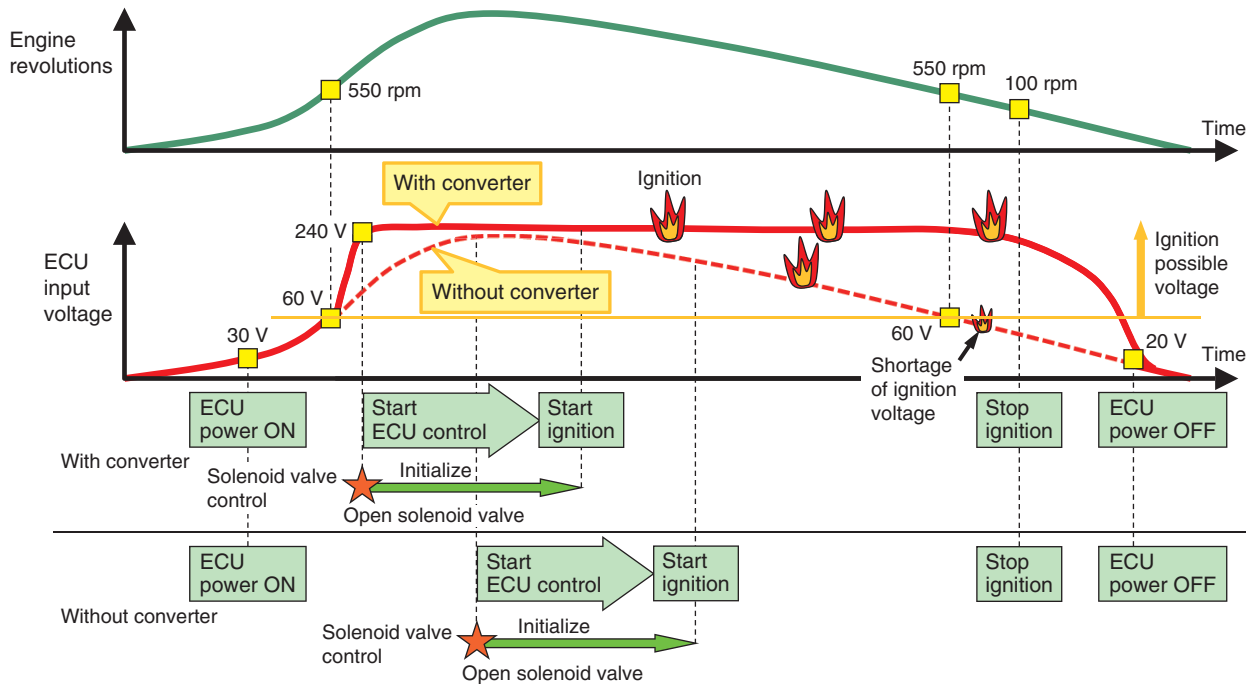


Fig. 13 Ignition timing

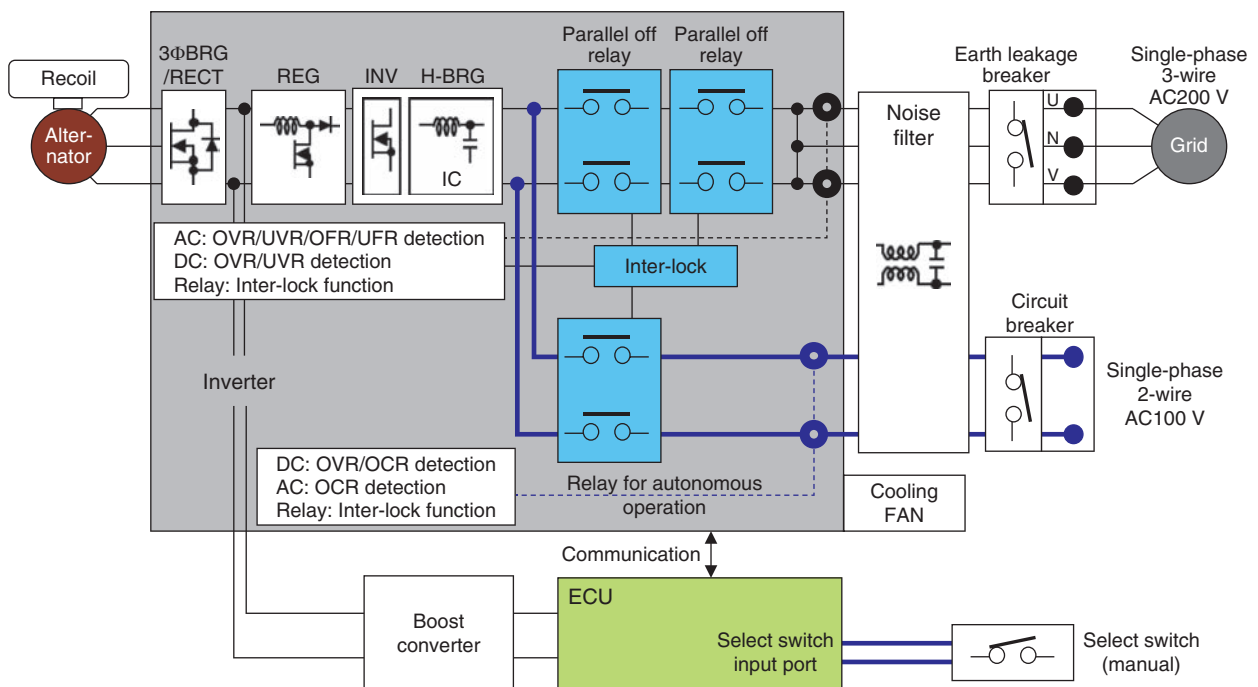


Fig. 14 Cogeneration unit block diagram

ととした。コンセントに接続している電気機器を外すなど負荷を減らし、エンジンを再始動すれば再び使用できるようになる。

5. まとめ

2011 年モデルの大きさと性能を損なうことなく停電時自立運転が可能な家庭用小型コージェネユニットを開発した。

- (1) いざという時に使える耐久性を有するリコイルスタータを搭載し、リコイルスタータ操作初心者でも始動できる操作荷重の設定と、確実にエンジン始動できる自立始動制御を確立した。
- (2) Honda のインバータ発電機技術を用い、自立運転でも高品質な電力を供給することができ、合計 980 VA 以下の電気機器が使える。

参考文献

- (1) 高石敏充, 荒真人, 戸川一宏: 家庭用小型コージェネレーションユニットの紹介, Honda R&D Technical Review, Vol.15, No.1, p.53-58
- (2) 瀧田義治, 河野昌平, 高田秀昭, 吉津邦弘, 直井専, 津野康一: 複リンク式高膨張比エンジンを搭載した家庭用コージェネレーションユニットの開発, Honda R&D Technical Review, Vol.23, No.2, p.28-35
- (3) <http://www.honda.co.jp/cogeneration/ecowillplus/>
- (4) 小型分散型発電システム用系統連系保護装置等の認証, 一般財団法人 電気安全環境研究所 (JET): <http://www.jet.or.jp/products/protection/>

■ 著 者 ■



武石 正 憲



中川 義 徳



直 井 専



佐々木 信 行