新型業務用加熱インバータ

白石　博隆（しらいし　ひろたか）　**角垣　隆宣**（かどがき　たかのぶ）　**白木　敏明**（しろき　としあき）

1　まえがき

ここ2，3年，住宅用（家庭用）電磁誘導加熱（IH：Induction Heating）調理器が急速に普及している。これは安全性，便利さに加え，電力会社の電化推進キャンペーンや家電メーカーの家電品における新たな三種の神器としてIH調理器を組み入れた戦略を展開していることによるものである。

また，これらの流れに呼応して業務用加熱インバータも世の中の食の安全という動きの中で，最近ますます大量調理用などの業務用調理機器に使用されるようになってきた。すなわち衛生管理方式にHACCP（Hazard Analysis and Critical Control Points）という概念を取り入れる傾向が強く，厨房（ちゅうぼう）室などの食材保管の温度や湿度の管理が徹底され，さらに細菌増殖を促す二酸化炭素の発生が抑制できることでこの概念と完全に一致することとなる。この理想的な環境を容易に構築する手段がIH化であると考えられている。

本稿では，今後さらなるIH化が進むと予想される業務用加熱インバータにおいて，新型2.5 kW加熱インバータを開発したので以下にその概要を述べる。

2　新型2.5 kW業務用加熱インバータの特徴

2003年4月に新型業務用加熱インバータとして2.5 kWのHFR2.5K11A-7を発売した。

今回開発した新型2.5 kW業務用加熱インバータは，下記の特徴を備えている。

2.1　軽量化

HFR2.5K11A-7は，これまでのビルトイン型業務用レストラン向けHFR025R7A-7の後継機種として開発した製品である。したがって，現行品との互換性を重視した設計としており，電源仕様，外形寸法，取付け形状などは同一としている。なお，冷却構造やフィルタ構成の最適化，加熱コイルの電磁界解析による最適設計を行い，加熱インバータ本体の軽量化を図った。これにより富士電機の現行品に比べて質量で約20 %の軽量化を実現した。

図1に今回開発した新型2.5 kW業務用加熱インバータ本体の外観を示す。また，**図2**にレストランのテーブルな

図1　HFR2.5K11A-7本体の外観

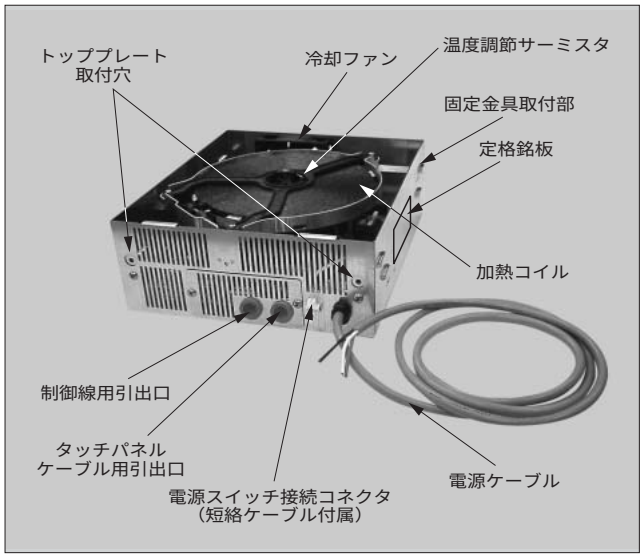

図2　ビルトイン型新2.5 kW加熱インバータシステムの外観

白石　博隆

加熱用インバータの開発・設計に従事。現在，機器・制御カンパニー システム機器事業部 インバータ開発生産センター　設計部マネージャー。

角垣　隆宣

加熱用インバータの開発・設計に従事。現在，機器・制御カンパニー システム機器事業部 インバータ開発生産センター　設計部。

白木　敏明

加熱用インバータの開発・設計に従事。現在，機器・制御カンパニー システム機器事業部 インバータ開発生産センター　設計部。

どにビルトインする場合の構成として，オプションのトッププレートおよびタッチパネルを含めた外観を示す。

2.2　高信頼性の実現

本製品においては，現行品のアナログ制御回路を 16 ビットマイコンによりディジタル化することで，部品点数を減らし機器の信頼性を高めている。また，本体とタッチパネルとの間をシリアル通信で結び加熱インバータの状態表示や制御を行っており，この通信方式においてもパソコンなどで一般的に使用されるようになった非同期式（調歩同期半二重方式）を採用することで信頼性の向上を図っている。さらにノイズフィルタの最適設計によりノイズの低減を図り，冷却構成・構造の最適化による使用温度範囲の拡大で高温環境に対応し，厨房環境内でも安心して使用できる製品として，信頼性を高めている。

2.3　高性能・多機能化

16 ビットマイコンによるオールディジタル制御の採用により，安定した検出・制御による加熱性能の改善（推奨鍋での安定した加熱特性を確保）を実現し，きめ細かな火力（パワー）設定，温度設定（1 %または 1 ℃刻みでの設定）を可能とした。さらに多機能化に関しては，本体にアナログパワー設定機能としてボリューム入力，電圧設定入力，および電流設定入力を選択できる端子台を設け，そのほかにオプション機能としてアナログ出力（パワー表示），4 接点入力（ファンクション設定によりオンオフ入力，リセット入力など 9 個の機能から選択可），接点出力（リレー出力で一括アラーム，加熱中などの状態表示をファンクション設定により選択可）や通信機能（RS-485 通信）が I/O 基板に装備できるようにした。また今後の業務用新シリーズとして統一した形でのファンクション設定を実現し，ファンクションとして 200 ～ 300 アイテムを割り付けることで多段電力設定，多機能温度設定，ならびに多くの保護機能，モニタ機能が使用できるなど多数の機能を追加している。なお，タッチパネルとしては簡易パネルのほかに高機能パネルを準備しており，さらに適用範囲を広げる努力をしている。

3　業務用加熱インバータの仕様

表 1 に新型機種と現行機種の主な仕様を対比して示す。

先に述べたように新型機種 HFR2.5K11A-7 は，現行機種 HFR025R7A-7 の後継標準機種という位置づけのため互換性重視の設計となっている。ただし，**表 1** に示すように顧客の使い勝手や組み込みやすさを考慮して使用温度範囲の拡大，質量の軽減，待機電力の規定や加熱特性の改善などの改良を加えている。

図 3　回路構成と基本接続図

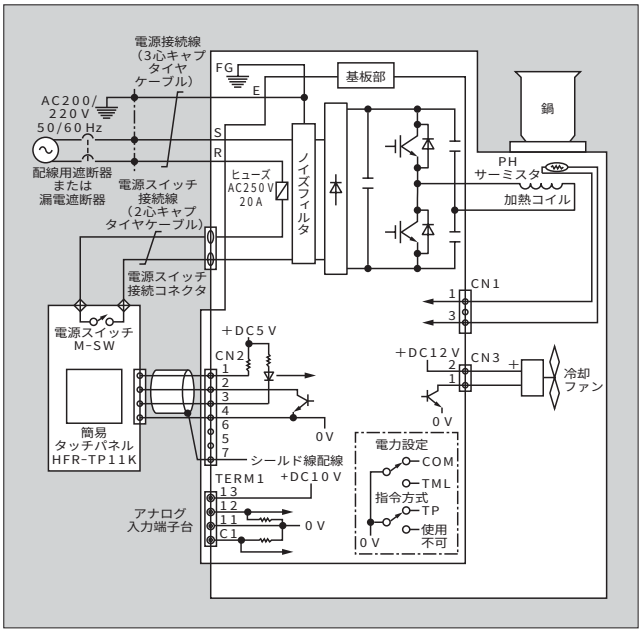

表 1　新旧機種の仕様比較

要目，項目 ＼ 型　式		新型機種	現行機種	備　考
		HFR2.5K11A-7	HFR025R7A-7	
電源仕様	相/電源電圧	単相・200/220 V±10 %，50/60 Hz		現行品と同等
	所要電源容量	3.3 kVA		現行品と同等
	待機電力（定格電圧時）	0.1W以下（SW：オフ） 9 W以下（SW：オン）	—	現行品規定なし
加熱仕様	定格消費電力	2.5 kW±10 %		現行品と同等
	電力調整範囲	定格電力の4～100 %（1%刻みで設定可）	定格の10～100 %	とろ火，省電力
	制御方式	周波数可変制御による入力電力一定制御	出力γ角位相制御による入力電力一定制御	制御性向上
		オールディジタル制御	アナログ制御	
形　状	外形寸法	W250×D290×H95.8（mm）		現行品と同等
	質　量	約3.5 kg	約4.4 kg	加熱コイル，フィンの軽量化
使用環境	周囲温度	－10～＋50 ℃	－10～＋40 ℃	厨房環境使用可
追加機能	自動温度調節	1℃刻みによるPID/オンオフ制御内蔵	保温・揚物固定温度調節	制御性向上 簡易パネルで5段階調節

図４　加熱コイルの電磁界解析例

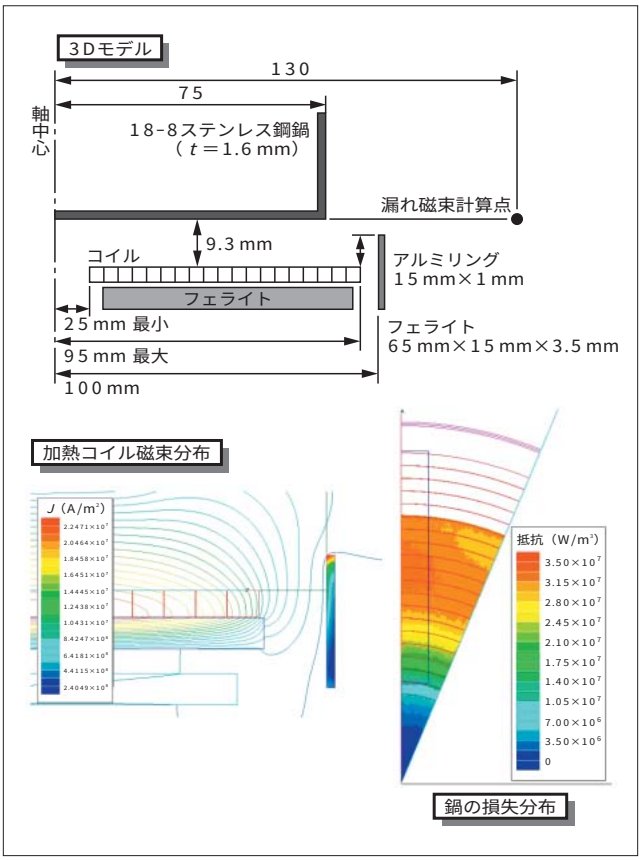

図３に回路構成と基本接続図を示す。

電源入力部は電源スイッチを挿入できる構成としているが，一般的に商用電源との接続には配線用遮断器や漏電遮断器の使用を推奨する。また火力（パワー）調整にボリューム（可変抵抗器）やアナログ入力の選択も可能である。さらにノイズフィルタを内蔵しているので，雑音端子電圧や漏れ電界強度に関しても「電気用品安全法」ならびに「電波法」の基準に準拠している。

4　課題解決の取組み

今回の開発に関連して，いろいろな課題を解決するために各種シミュレーション技術を活用しており，その使用例を以下に紹介する。

図４に加熱コイルを最適設計するために電磁界解析により磁束の分布などを解析した例を示す。これらの解析を基に加熱コイルの周りにアルミリングを配置することで漏れ電界強度の低減を可能とし，コイルの巻数，ギャップ長，フェライトの配置などの加熱力への影響・傾向解析により加熱特性の改善を図り，適用鍋などの応用範囲を広げるための取組みを行っている。また，冷却ファンによる冷却風の流れを解析することでファンとフィンの配置や構造を最適化して冷却能力の向上を図るなど，二次元ならびに三次元でのシミュレーション解析を実施している。

5　あとがき

本稿では，最近開発を完了した新型業務用 2.5 kW 加熱インバータ（HFR2.5K11A-7）の概要を紹介した。

本シリーズは，2.5 kW から 20 kW または 30 kW までをシリーズ化するもので，順次開発を進める計画である。

世の中の環境保全や衛生管理が徹底するにつれて IH 化が活発になってきており，今後とも業務用加熱インバータの開発ならびに応用開発拡大に努力していく所存である。

参考文献

(1)　松永哲夫，中井勝．IH インバータの応用．富士時報．vol.74, no.7, 2001, p.409-411.

e-Front runners

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。