

家庭用IHクッキングヒーター技術

菅 郁朗*
北古味 壮**
小林昭彦***

Technologies of IH-Cooker for Household Use

Ikuro Suga, So Kitakomi, Akihiko Kobayashi

要 旨

IH (Induction Heating) クッキングヒーターに使用される鍋やフライパンには、いろいろな大きさや材質のものが、形状も円形だけでなく、長方形や楕円(だえん)形など、多様化している。また、煮る、炒(いた)める、焼く、ゆでる、温める等、調理方法も様々である。

このような多岐にわたる調理環境にフレキシブルに対応し、調理をアシストするIHクッキングヒーター“CS-PT31HNシリーズ” “CS-PG21Hシリーズ”を2011年10月に発売した。

新シリーズのIHクッキングヒーターは、加熱コイルを5分割した業界初^(注1)のマルチコイルと業界最大^(注1)26cm

のコイル径の特徴を合わせ持つ“びっくリングコイル”によって、省エネルギー・節電効果を高め、大鍋しっかり加熱や鍋肌加熱、対流煮込み、焦げ付き抑制、麺ゆで時の吹きこぼれ抑制等、使う人にうれしい機能の充実化を図った調理器を実現した。

また、グリルの煙・臭気成分を触媒によって酸化分解する排気システムは、触媒を低温で活性化する新触媒に変更し、さらに廃熱を利用して触媒を加熱する構造を採用した。これによって触媒を活性温度まで加熱する専用ヒーターが不要となり約15%の節電を実現した。

(注1) 2011年8月22日現在、三菱電機調べ



IHクッキングヒーター“CS-PT31HN”

“びっくリングコイル”によって従来のIHクッキングヒーターやガスコンロにはできない機能を実現し、調理機能を飛躍的に向上させた。また、グリルの新排気システムによって調理環境も向上した。

1. ま え が き

IHクッキングヒーターの国内需要は、2010年度で90.5万台(三菱電機調べ)であり、2011年度は東日本大震災の影響で76.3万台(当社調べ)に一時的に減少したものの、長期的にはIHクッキングヒーターの普及は進むものと予想されている。その理由として、炎を使わないため子供やお年寄りにも安全で安心な調理器であり、清掃性にも優れていることがあげられる。また、電磁誘導作用によって鍋底部分の金属が直接発熱するため、ガスコンロと比較してキッチンの空気を無駄に暖めることがなく、快適性を備えている点もメリットである。当社は、2011年10月に様々な鍋や調理にフレキシブルに対応できる“びっくリングコイル”を搭載したIHクッキングヒーター“CS-PT31HNシリーズ”“CS-PG21Hシリーズ”を発売した。本稿では、これらの新しい機能について述べる。

2. 大口径 5 分割マルチコイル

2.1 びっくリングコイル

図1に当社の加熱コイルの進化を示す。1999年に加熱コイルにシングルコイルを搭載したIHクッキングヒーターを製品化した。その後、2001年には均一加熱性に優れたダブルリングコイルを、2007年には内コイルと外コイルに各々駆動回路を備えたトリプルリングコイルを製品化した。トリプルリングコイルは、使用する鍋の径が小さいときは内コイルだけで鍋を加熱し、外コイルには通電しない省エネルギー制御を採用した。また内コイルと外コイルの通電を交互に切り換え“対流煮込み”を業界で初めて^(注2)実現した。今回、これらのコイルを更に進化させた、“びっくリングコイル”を開発した。

開発コンセプトは、省エネルギー・節電、鍋ぴったり加熱、調理機能の向上の3点を実現することである。びっくリングコイルは、内コイルの周りに配置した偏平楕円状の4つの外コイルからなるマルチコイル構成としたことに特徴がある。これは、当社が独自に開発した電磁界・回路連成解析技術を用いて、コイル間の磁気的な結合を抑制する幾何学的形状・配置を検討して決定した構成である。

(注2) 2007年4月19日現在、当社調べ

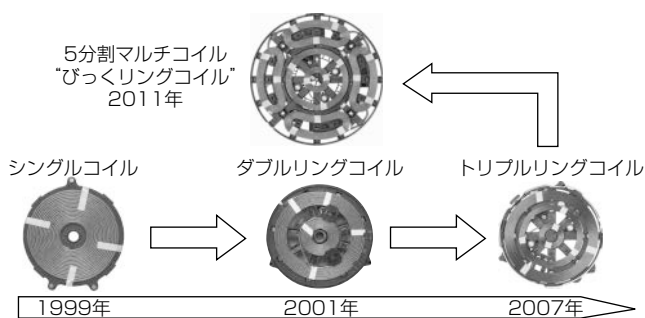


図1. 三菱IHクッキングヒーターの加熱コイルの進化

2.2 マルチコイル加熱制御技術

1つの加熱口を5分割マルチコイルで構成したびっくリングコイルは、特定部位の加熱や加熱部位の移動が可能となり、従来のIHクッキングヒーターやガスコンロにはできない機能を実現し、調理機能が飛躍的に向上した。さらに3章で述べる高速高精度鍋検知技術を搭載し、鍋の形状や大きさに応じて、分割したコイルへの電力分配を変える制御を行い電力の無駄が少ない加熱を実現した。図2に鍋種と加熱パターンの例を示す。

基本的な加熱パターンは、鍋検知情報に基づいて、自動的に選択する。図2(a)の全面加熱は、大鍋や中間径の鍋に適用する。内コイルと4つの偏平楕円状の外コイルに分配する電力は自在に制御が可能であり、鍋検知情報に基づいて、鍋形状に応じて電力分配を決定する。具体的には、鍋検知によって検出した回路インピーダンスによって電力分配を決定する。また、4章で述べる“鍋肌加熱”では、外コイルの電力分配を内コイルに対して大きくして周辺部の加熱を強くすることで、鍋底と鍋肌(鍋側面)の温度差を小さくできる。炒めもの、焼きものに特に有効である。

図2(b)の内コイルだけによるスポット加熱は、小鍋に適用する。また、4章で述べる煮込み料理や麺ゆででは、スポット加熱と、図2(a)の全面加熱で外コイルの電力分配を内コイルに対して大きくした加熱、又は外コイルだけによる加熱を自動的に切り換えて加熱コイルのマルチリレー制御による対流煮込み加熱を適用する。

図2(c)のタテ加熱は、玉子焼き器のようなたて型の鍋などに、また、横置き楕円鍋などについては、内コイルと左右の外コイルが通電するヨコ加熱を適用する。



図2. 加熱パターン

3. 駆動回路と新鍋検知方式

図3にびっくリングコイルと、それぞれの駆動回路、及び鍋検知回路によるブロック図を示す。各コイルに印加する電圧や電流とそれらの位相情報から鍋の材質・形状や位置を0.1秒以内に検出する技術に加えて、コイルごとの電力をリアルタイムで計測する電力検出技術、各コイルに投入する電力を分配する制御アルゴリズムを開発した。これらの技術によってコイルごとの電力分配制御を実現し、鍋やフライパン等の調理器具の加熱部位を自在にコントロールすることを可能にした。

びっくリングコイルは加熱コイル間の磁気的な結合を弱めた配置形状であるため、内コイル用と左右外コイル用及び上下外コイル用の3つの駆動回路は、単に通電をON/OFFするだけでなく、独立した電力制御が可能である。各コイルへの電力分配を最適に制御し、省エネルギーや調理性能の向上を図っている。駆動回路には、DIP-IPM (Dual Inline Package Intelligent Power Module) を用いて、駆動回路の小型化を図っている。

駆動回路ごとのコイル群に、電圧が一定のテストパルスを周波数を変化させながら印加し、その時にコイルに流れた電流からインピーダンス S_0, S_1, S_2 (インダクタンスと抵抗) を求める。これに基づき、鍋が各コイルに載っているかどうか、鍋の材質は磁性材料か非磁性材料か、又は両者の複合材料か、さらに鍋が載っているのはどの位置かを0.1秒以内に高速に判定する。また、各コイル群に印加する駆動電圧 V_0, V_1, V_2 と駆動電流 I_0, I_1, I_2 とからリアルタイムで各コイル群の電力 P'_0, P'_1, P'_2 を検出し、これらの値が、鍋検知結果に基づいて電力分配された各コイル群の指令電力 P_0, P_1, P_2 となるように制御を行っている。

4. 省エネルギー調理

4.1 対流煮込み加熱<プラス>

マルチコイル加熱制御技術をびっくリングコイルに適用した“対流煮込み加熱<プラス>”によって、弱火程度の電力でも部分的に順に集中させることで煮込み料理の煮汁を対流させ、うまみを具材にしみ込ませると同時に省エネルギー調理を実現している(図4)。当社の従来ダブルリングコイル(通常加熱)で肉じゃが4人分を調理した場合との消費電力量比較では、約40%の節電を実現した。また、加熱部位を切り換えることで、局所的な温度上昇を抑えて鍋底の焦げ付きも軽減した。

4.2 ゆでものの加熱

コイルの通電を交互に切り換え、対流方向を内側、外側に切り換える“ゆでものの加熱”によって、麺をゆでるときの吹きこぼれを抑制した。切タイマー機能によって、ゆで時間をあらかじめ設定することで麺のゆで過ぎを防ぎ、無駄

な消費電力も抑制する。

4.3 鍋肌加熱

コイル全面を均一加熱する従来の加熱方法は、フライパンの外周部で被加熱面積あたりの投入電力が、中央部に比べて少ないため、外周部と中央部で大きな温度差ができてしまった。そのためフライパンの鍋肌温度が十分に上がらず炒めものが上手く仕上がらないという問題があった。びっくリングコイルは、業界最大のコイル径26cmを採用し、内コイルより外コイルの火力を強くすることで、図5のように鍋肌までしっかり加熱し、炒めものをおいしく調理できるようにになった。餃子30個を2回に分けて調理する場合に比べ、直径30cmの大きなフライパンでまとめて1回で調理することが可能になったため約20%の節電を実現した。

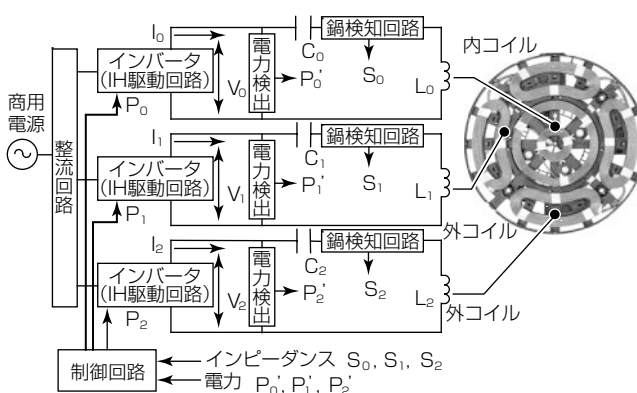


図3. びっくリングコイルの駆動回路と鍋検知回路

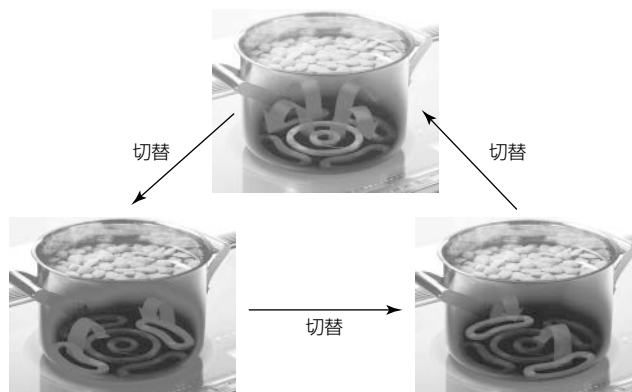


図4. 対流煮込み加熱<プラス>

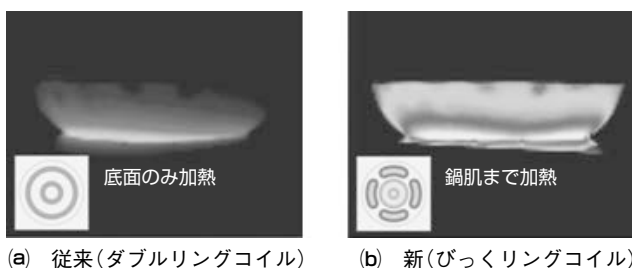


図5. フライパン側面の温度分布

4.4 ピークカット機能

最大消費電力を5.8kWから4.8kWに変更できるピークカット機能を搭載し、総消費電力量の抑制(-17%)を可能とした。これによって、電力需要の高まる日中の消費電力の抑制が可能となった。

5. グリル新排気システム

5.1 新排気システム

CS-PT31HNに搭載するグリルは、横に広いワイドタイプで、水なし両面自動焼き機能によって手軽に焼き魚などの加熱調理を行える特長がある。排気システムはエゼクタでグリル内の空気を吸引し、触媒で煙や臭気成分を吸着・酸化分解する排気システムを備えており、キッチン空間の快適性を向上させている。触媒加熱用ヒーターレス化と新エゼクタユニットによる新排気システムの開発で、約15%の節電を実現した。

5.2 触媒加熱用ヒーターレス化

図6に排気システムの構成を示す。従来の排気システムは、触媒によって煙・臭気成分を酸化分解するため、300Wの触媒加熱用ヒーターで触媒を300℃以上に加熱して触媒活性を高めていた。新排気システムでは加熱調理の排熱を利用して触媒を加熱することで触媒加熱用ヒーターをなくし消費電力を300W低減した。加熱調理の排熱で従来以上の除去性能を得るため、従来品より低い温度で触媒活性が得られる新触媒を搭載し、吸込ガイドで触媒温度を高めている。

新触媒はプラチナを主にパラジウムを配合し、一般的なグリルの調理温度200℃の低い流入温度でも従来のパラジウム触媒の活性温度300℃条件に比べ、代表的な臭気成分アセトアルデヒドのワンパス除去率では2倍以上の除去性能を実現している。吸込ガイドは庫内上方の調理用ヒーター付近の空気を吸引することで流入温度を高めるとともに調理用ヒーターの放射が触媒に届くようにすることで触媒温度を高めている。

5.3 新エゼクタユニット

新エゼクタユニットはファンを傾斜配置して風路を直線化することなどで損失を低減するとともに、エゼクタをツインノズル化することで図7に示すように流速が速く乱れの少ない2つ噴流が形成され高い送風性能を実現している。従来と同一の軸流ファンを使用しているが、送風性能は図8に示すように開放風量27%、全閉静圧23%の向上を達成した。

6. む す び

新しい加熱コイルや制御方法による調理性能の向上や、新しい排気システムによる調理環境の向上を図ったIHクッキングヒーターを製品化した。IHクッキングヒーター

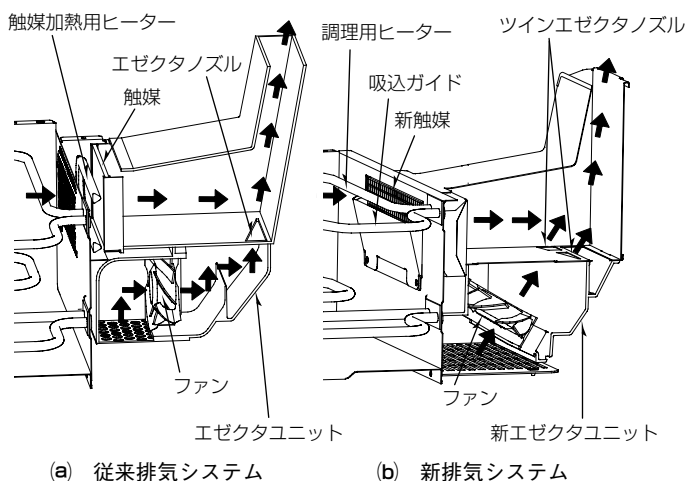


図6. 排気システム

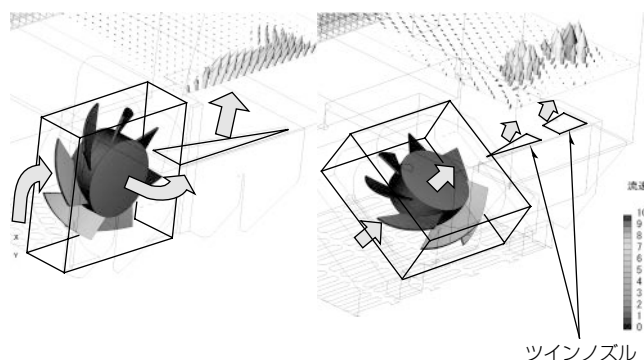


図7. 気流解析結果(風速ベクトル図)

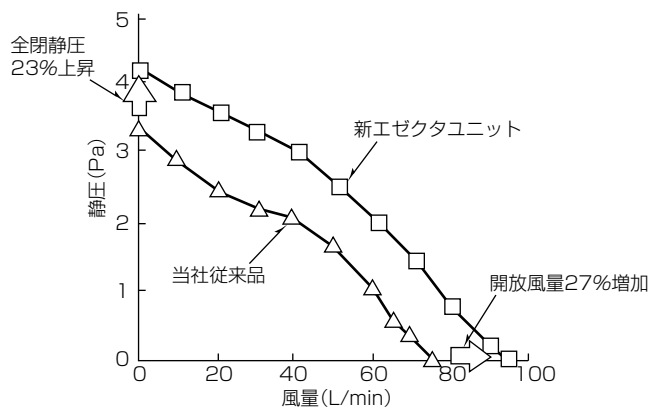


図8. エゼクタ送風性能

は、まだ歴史も浅く、加熱コイルの進化、センシング技術の向上による調理補助・自動調理の拡大など、進化の余地がある。引き続きユーザーベネフィットにかなった商品提案を行い、IHクッキングヒーターの普及率を更に高めていく。

参考文献

- (1) 私市広康, ほか: 家庭用IHクッキングヒーター技術, 三菱電機技報, 84, No.6, 339~342 (2010)