

工業製品の分解実習(第一回)報告書

報告者：松山純也

実施組織：富山大学工学部材料機能工学科 材料プロセス工学研究室

実施者：廣瀬周平 (M1)

松山純也 (4年次)

潘楊 (4年次)

助言者：瀬川真一 (早月中学校教員)

実施日：平成 28 年 6 月 9 日 (木) 10:30~12:00

場所：化学棟 4 階 材料プロセス工学第 3 実験室

製品名：タイガーマイコン炊飯ジャー

製造者：タイガー魔法瓶株式会社

機種番号：05715

型番号：JAB-B180

製造年：1997 年製

1 目的・ねらい

製品を分解し部品を細かく観察する事で部品の名称や用途を理解する。そこから、炊飯器の仕組みや構造を理解する。そして、何故その部品の材質や形状あるいは接合方法を採用したのかを考察し、技術者としての総合的な知識とセンスを身に付ける。

2 実施内容

2-1 製品の概略

一升炊き(縦 33cm 横 27cm 高さ 30cm)のマイコン炊飯ジャーである(Fig.1)。炊飯器とは米に水分を加えて炊く事でご飯を作る調理用器具で、マイコン炊飯ジャーは炊飯機構に加えて保温機構を備えた炊飯器である。12 時間以上の保温効果を維持する為に、側面部と蓋部に保温ヒータを組み込み、釜の周囲をグラスウールで断熱・保温している。今回、保温機能が壊れてしまい満足に使用できなくなったので分解して中の部品を観察する。



(a)



(b)

Fig.1 分解前の製品

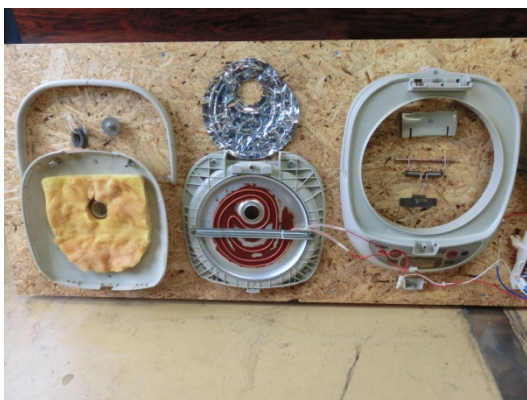
2-2 工具

- ① プラスドライバー 2 番
- ② マイナスドライバー
- ③ ディスクグラインダー (切断砥石)
- ④ インパクトドライバードリル
- ⑤ ノギス
- ⑥ メジャー

①,②は分解時に使用し、③～⑥は展示及び測定時に使用した。

2-3 分解工程(手順)

分解した結果を Fig.2 に記す。左から順に蓋・基板・発熱部分・内釜・本体外部に分けてある。又、内なべと釜底については、断面を観察する為に切断した。それぞれ気が付いた部分や興味を持った箇所を細かくレポートする。尚、各部品に使われている材質に関しては参考文献の内容をもとに推測したものであり、実際に使われた材質を表すものではない。



(a)



(b)

Fig.2 分解後の部品

2-4 各部品の詳細

2-4-1 蓋ユニット

2-4-1-1 外蓋部分

□構成部品

- ・ 取手 PP 製
- ・ 外カバー PP 製
- ・ 内カバー PP 製
- ・ 肩部材 PP 製 (縦 33cm 横 27mm 厚さ 7cm)
- ・ 内蓋 不明 (直径 20cm)
- ・ パッキン ゴム製

内カバーには内蓋が組み込まれており、内カバーと内蓋の間にはパッキンが挟まれている。取手は肩部材に取り付けられるようになっており、肩部材と内カバーについてはヒンジ部分の部品を使う事で蓋ユニットが開閉できるようになる。

考察) カバー部分は PP 製であると考えられる。PP は熱可塑性樹脂の中でも比重が 0.93 g と軽く、射出成形の加工特性が良好で耐熱性に優れているので、様々な製品の素材に採用されている。又、PP は食品衛生法に適した素材である。食品衛生法とは厚生省が定めた法であり、「有毒である又は毒性を持つ成分を含む材料は食品用器具として使用を禁ずる」という内容である。PP は衛生的にも安全であると認められており、調理用器具の材料としての使用が認められている。

□接合箇所・接合方法

- ・ 外カバー-内カバー：ネジ止め

接合箇所を Fig. 3 に示す。ネジは内釜で発生した蒸気が直接当たる位置に存在している。

考察) ネジによる接合は着脱が可能で修理や廃棄する際の分解作業が楽であるので、この方法が採用されたと考えられる。

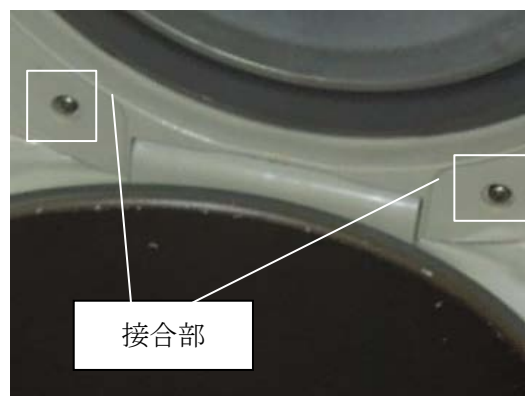


Fig.3 外カバー-内カバーの接合箇所

2-4-1-2 保温ヒータ部分

□構成部品

- ・アルミ箔 純アルミ製 (厚さ 0.05mm) (Fig. 4)
- ・グラスウール ガラス繊維
- ・ふたヒータ コードヒータ
- ・固定金具 不明

保温ヒータは炊飯器内に二箇所用意されており、そのうちの一箇所は蓋ユニットに内蔵されている。内蓋の上にふたヒータ、アルミ箔、固定金具、グラスウールが重なる様に取り付けられている。

考察) 通常、アルミ箔は純アルミを使用している。アルミ箔を製造する際、圧延機を使って圧延している。アルミは加工性に優れている為圧延加工する際は、アルミ合金を使うよりも純アルミの方が加工の効率が良い。又、アルミ箔は電磁波の反射率が高い。その為、ふたヒータの上部に取り付けられていたアルミ箔は放射エネルギーを反射する事で保温性の向上に寄与しているものと考えられる。



Fig. 4 アルミ箔

□接合箇所・接合方法

- ・下カバー固定金具：ネジ止め (Fig. 5)

ヒータとアルミ箔を挟むように固定金具が使われているが、その固定金具と内カバーの接合はタッピングネジが使われている。

考察) このネジは溝がほられていない部材にも溝を作りながら入り込める。メネジ加工が不要になる分コストが削減できる為、このネジが採用されたと考えられる。



Fig.5 下蓋－固定金具の接合箇所

- ・内蓋－保温ヒータ：接着剤 (Fig. 6)

固定金具を外し、アルミ箔を剥がすと内蓋と保温ヒータの接合箇所が見えるようになる。保温ヒータは渦巻状に配置されており、赤茶色の接着剤によって接着されている。

考察) 接着部が赤茶色になっている理由は銅粉が混合していると考えられる。熱伝導率が高い銅粉を混合させる事で、電熱線の熱を均一に釜に伝えるようにしている。電熱線が渦巻状に固定されているのも同じ理由である。



Fig.6 内蓋－電熱線の接合箇所

2-4-1-3 蒸気排出口部分

□構成部品

- ・スチームキャップ PP 製
- ・内蓋パッキン ゴム製 (Fig.7)

内蓋には大きな穴が空いており、その穴にパッキンとキャップを差し込むように取り付けられている。



Fig.7 蒸気噴出口部分

2-4-1-4 ヒンジ機構部分

□構成部品

- | | |
|-------|------|
| ・カバー | PP 製 |
| ・ヒンジ軸 | 不明 |
| ・バネ | 不明 |
| ・固定金具 | 不明 |

(Fig. 8)



Fig.8 ヒンジ機構部分

□接合箇所・接合方法

- ・固定金具ー内カバー：ネジ止め

2-4-1-5 ロック機構部分

□構成部品

- | | |
|---------|------|
| ・フックボタン | PP 製 |
| ・ばね | 不明 |

ロック機構部品は肩部材に取り付けられている。(Fig.9)



Fig.9 ロック機構部分

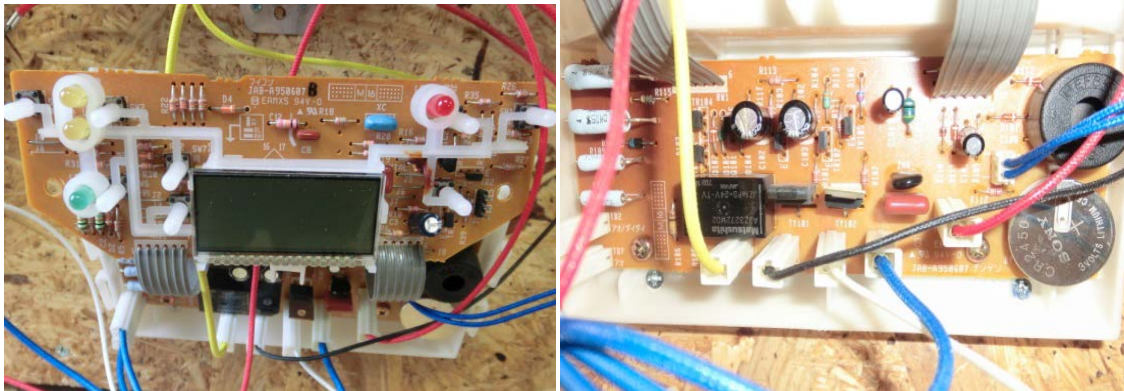
2-4-2 基板

□構成部品

- ・ 基板上部 不明（縦 5cm 横 15cm） (Fig. 10a)
- ・ 基板下部 不明（縦 6cm 横 15cm） (Fig. 10b)
- ・ 基板ケース 不明
- ・ 電線 不明
- ・ 電線対基板用コネクター 不明

□接合箇所・接合方法

- ・ 基板上部・基板下部－基板ケース：ネジ止め
基板と基板ケースの接合にはネジによる接合がなされている。



(a)

(b)

Fig.10 基板部分の内容物

2-4-3 炊飯機構部分

□構成部品

- ・ 釜底 アルミ製 (直径 22cm 高さ 6cm 厚さ 5mm)
- ・ 炊飯ヒータ シーズヒータ (内径 6mm 外径 8mm)
- ・ 端子 不明

Fig.11、Fig.12 は釜底に内蔵されているシーズヒータの構造図及び断面である。シーズヒータは電熱線がコイル状になっている。

考察) 電熱線の周りが絶縁体で覆われており、これは空気や水が直接電熱線に触れるのを防いでいるのではないかと考えられる。又、釜底の製造手段は表面の凹凸具合から砂型鑄造と考えられる (Fig.13)。材料はアルミを使用しており途中でシーズヒータを包み込むように鑄造されている。

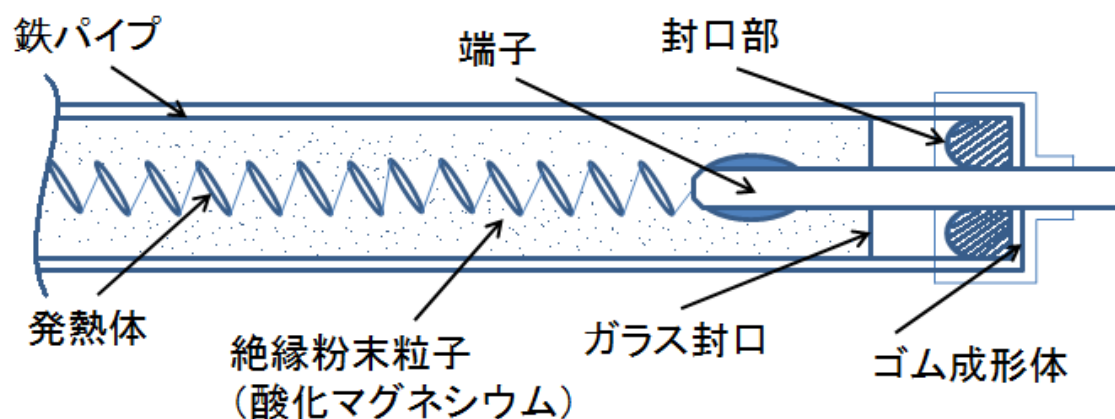


Fig.11 シーズヒータの構造図



Fig.12 シーズヒータの断面



Fig.13 釜底の鑄造箇所

□接合箇所・接合方法

- ・釜底－外釜：ネジ止め
- ・炊飯ヒーター－端子：ろう接 (Fig.14)

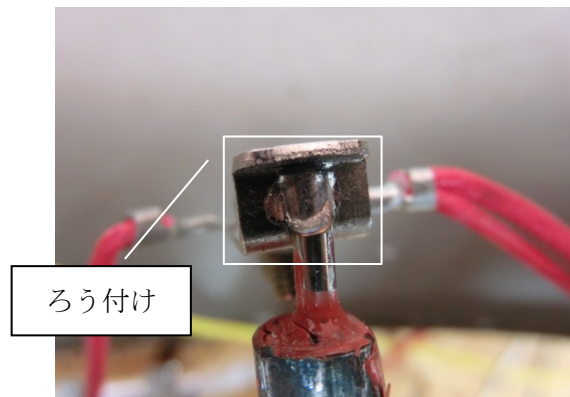


Fig.14 電熱線－端子の接合箇所

- ・ 端子－電線：ネジ止め

端子と電線の接合には、子ネジと座金が使われている（Fig.15）。この座金を挟む事でネジの遊びを無くし、端子との隙間を作らないようにしている。

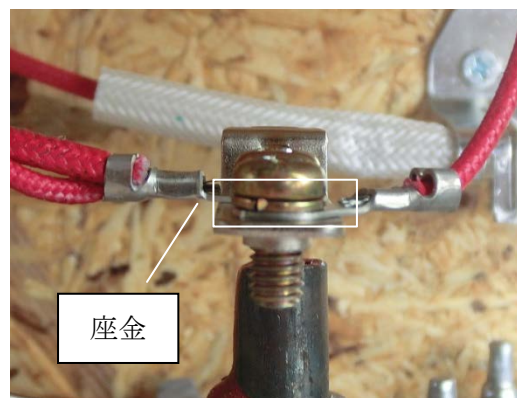


Fig.15 端子－電線の接合箇所

2-4-4 内釜

□構成部品

- ・ 内釜 アルミ製（直径 22cm 高さ 18cm 厚さ 3mm）

内釜への熱の伝導は釜底と密着して行われており、内釜と釜底との間に変形や異物混入等により隙間が生じてしまうと十分な熱の伝達が出来ず、炊き上がりの様子が変わってしまう。

考察）内釜はアルミニウムだと推測する。金属の熱伝導率と比熱を Table1 に記す。アルミニウムは他の金属に対して熱伝導率と比熱が高い。マイコン炊飯器の内釜の役目は炊飯ヒータで発生した熱をお米に伝える事なので、熱伝導率と比熱が高いアルミは理想的な素材であると考えられる。又、内釜の内部にはフッ素樹脂加工を施していると考えられる。フッ素樹脂はテフロンとも呼ばれており、非粘着性である。その為、食品や水分が固着せ

ず、常に清潔に使用する事が出来る。

Table 1 各純金属の熱伝導率と比熱

金属名	熱伝導率 (W/mK)	比 熱 (J/kg・°C)
アルミニウム	238	917
鉄	78.2	456
銅	397	386

2-4-5 本体

2-4-5-1 本体

□構成部品

- ・底部材 P P 製
- ・グラスウール ガラス繊維
- ・外釜 不明 (Fig.16)
- ・スパーサ 不明
- ・側面ヒータ コードヒータ
- ・サーモスイッチ 不明 (Fig.17)

サーモスイッチは外釜の中央部に設置されている。サーモスイッチは二つの役目を担っており、一つは空炊きを防止するスイッチである。内釜をセットする事で中央のスイッチが押されて炊飯ヒータへ通電される仕組みになっている。もう一つは、内釜底面の温度センサーである。炊飯開始と共にサーモスイッチはシーズヒータからの熱を受けて温度が上昇し、100℃に達した段階で温度の上昇が止まる。その時、マイコンはサーモスイッチによる温度上昇の勾配から炊飯量を判定して、炊飯ヒータに通電する時間を変化させながら加熱量を調節している。炊飯完了時には釜内の水が無くなり、サーモスイッチの温度は急激に上昇する。その時、サーモスイッチは温度上昇により抵抗値が減少し、増加した電流がリレーを動かす。リレーが働く事で炊飯ヒータの通電を停止し、温度が低下する事で再び通電が始まり温度が一定に保たれるようになっている（保温機能）。

側面ヒータは外釜の外周を覆うように設置されている。保温時におけるコードヒータの発熱温度は約 70℃に設定されており、本体の側面、底面、蓋部のヒータからバランス良く配列されて全面的に保温されている。



Fig.16 外釜

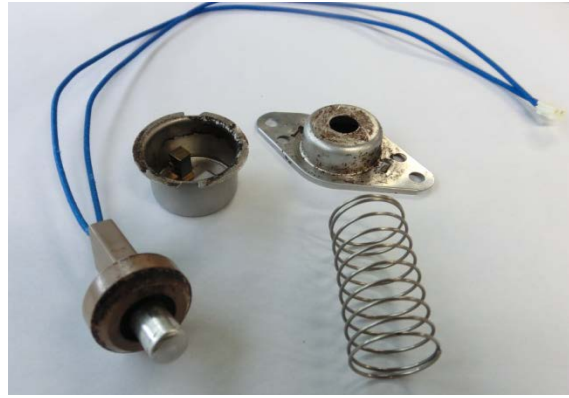


Fig.17 サーモスイッチの構造

□接合箇所・接合方法

- ・底部材－外釜：ネジ止め

ここの接合箇所は、間に樹脂製のスペーサーが挟まれている。

考察）このスペーサーは、底部材と釜受けに隙間を作る役目をしており、空間を作る事で熱が外部に放出しないように断熱・保温をしている。

- ・リングヒーター－電線：ろう接
- ・サーミスター電線：ろう接
- ・サーミスター外釜：ネジ止め

3 まとめ

- ・配線及び電熱線以外の接合箇所は全てネジによる機械的接合であった。それは、修理や廃棄の際に製品を楽に分解できるように着脱が出来るネジ接合を採用したと考えられる。
- ・釜底に使われている炊飯機構はシーズヒータであり、アルミダイキャストに鑄込んだ熱板組み立てとして使われている。又、保温機構としてコードヒータが蓋部分と側面部分に付けられており、底面加熱用のシーズヒータと合わせて三か所で保温を行っている。
- ・炊飯の原理はシーズヒータから発生した熱をサーモスイッチが感知し、マイコンで通電速度を変化させる事で温度が 100℃になる様に調節している。

4 感想

部品数も少なく、分解自体はそこまで時間はかからなかったがそれぞれの箇所に見所がありとても面白い実習であった。又、モーターや歯車等が無いので、グリスや潤滑油が全くなくて非常にきれいに分解する事が出来た。

今回は初めての分解実習で最終的な目的やこの実習の醍醐味をあまり考えることなく始

めてしまったものだが、普段からあまり気にしていなかった箇所に製造者の工夫が存在すると分かり、大変貴重な経験をする事ができた。発熱部分に鋳造がされていたり、外の部分に熱可塑性のポリプロピレンが使われていたり、これまでに習った知識を活かして製造の技術に触れる事が出来た。

私が特に感銘を受けた部品は、外釜の中央部に設置されたサーモスイッチである。分解実習を開始した頃は、サーモスイッチの役目はあくまで空炊き防止のスイッチだけなのだと認識していた。しかし、炊飯器の仕組みや構造を調べているうちにサーモスイッチは感熱材としての役目を持っている事と炊飯完了時に機能を停止する重要な部品である事が判明した。一つの部品で二つの役目を果たす。私にとってサーモスイッチは非常に合理的な部品であると感じた。

5 参考文献

- ・家電製品エンジニア資格家電製品の基礎と製品技術

発行年：2001 年 5 月 30 日

編 者：(株)家電製品協会

発行所：日本放送出版協会

- ・新版家庭電気・機械

発行年：1992 年 11 月 10 日

著 者：森昌幹・設楽実

発行所：森北出版株式会社

- ・家庭の電気工学

出版年：1969 年 6 月 25 日

編 者：社団法人家庭電気文化会

発行所：株式会社オーム社

- ・家庭電気・機械

発行年：1973 年 2 月 20 日

著 者：花岡利昌・松井松長

発行所：株式会社光生館

- ・家庭機械・電気

発行年：1975 年 9 月 30 日

著 者：池上洋一 他

発行所：株式会社建帛社

- ・家庭の電気工学

発行年：1969 年 6 月 25 日

編 者：社団法人家庭電気文化会

発行所：株式会社オーム社

- ・プラスチック技術マニュアル—原料・設計・加工—

発行年：1989 年 7 月 25 日

著 者：松谷守康

発行所：理工学社

- ・アルミニウムハンドブック

発行年：1978 年 5 月 1 日

編 者：社団法人日本アルミニウム標準化総合委員会

発行所：社団法人日本アルミニウム協会

謝辞

本実習に際して、試料となるマイコン炊飯ジャーを製造し世に送り出して下さいましたタイガー魔法瓶株式会社の技術者の皆様に深く感謝いたします。貴社が製造しました本製品は、我々が感謝の気持ちを持って、分解し、勉強させて頂きました。

本実習に際して、様々なご提案、報告書の製作にあたり、的確な指導、お言葉を頂きました柴柳教授に深く感謝いたします。

報告書の製作にあたり様々な助言を頂きました山根助教並びに石原技術職員に心より感謝いたします。

本実習の試料となる製品の提供、報告書の製作にあたりご助力下さいました瀬川先生に心より感謝いたします。

本実習に携わり、そして多くのご指摘を下さいました本研究室の先輩・同期の皆様方に心より感謝いたします。

報告会

平成 28 年 6 月 24 日、本報告書を基に報告会を行った。参加者は本研究室の教授と研究生である。以下は、報告会で話した内容である。

- ・PP 製とあるが、純粋な PP ではなくてガラス繊維を含んでいるのかを確認する必要がある。
- ・内釜にアルミ材を使う理由として、熱伝導度と比熱が優れているとあったがそれ以外にアルミ材を使う理由は軽量であるという事が考えられるのではないか。

- ・保温時に従来の保温温度よりも高温の熱を与えていたことから、故障の原因はマイコンの制御不良・シーズヒータの過剰な加熱・サーモスイッチの感熱誤差が考えられる。
- ・釜底の製造方法は表面の凹凸具合から砂型鑄造だと考えられ、内釜の製造方法は製品の厚さから絞り加工だと考えられる。
- ・製品を分解した際、特に性能に差が出来る箇所は内釜と釜底の密着具合で、間に隙間が出来ると熱の伝導性が落ちて十分に炊きあがらない。
- ・今回は、十分な時間がとれず材料の組織まで見られなかったが次回以降は金属内部の成分まで分析して材料の種類を断定できるようにしていきたい。