

身近な金属の
ミクロ組織を読む

第79回

● シリーズ ● 材料の素顔に迫る 衣服を美しく仕上げる アイロン

元住友金属工業(株) 社友 工学博士 大谷 泰夫

★ はじめに

アイロンの歴史は、金属製の片手鍋のような容器に炭火を入れ、この熱と容器の重さで布のしわを伸ばす「火のし」が中国から伝わり、江戸時代中頃から昭和30年代まで使用されました。明治になると西洋より現在のアイロンの形をした炭火アイロンが入ってきました。中に炭を入れない、こて形のアイロンも広く使われました。電気アイロンは20世紀初頭から普及しました。これは、ヘンリー・W・シーリーが発明したものです¹⁾。

今回調査した製品は、温度調節が可能、スチーム噴射、コードレス等の機能を持つ高級なアイロンです。アイロンは鉄を意味しますが、後述のように現在のアイロンの重さ(1.0~1.2kgくらい)のほとんどはアルミニウムが占めています。

★ 調査したアイロン

調査したアイロンはかけ面の形状が前後で類似のWヘッド型で、左右に動かしても戻りしわになりにくい、持ち替えずに左右にかけられるコードレス、スチームが出るのでふっくらと仕上げしわが少ない、などの特徴がある(写真1a)。

かけ面は、ミットヨ製CS-5000CNCによる3D形状測定により、中央部が周辺より0.5mm程度なだらかな凸状になっており、



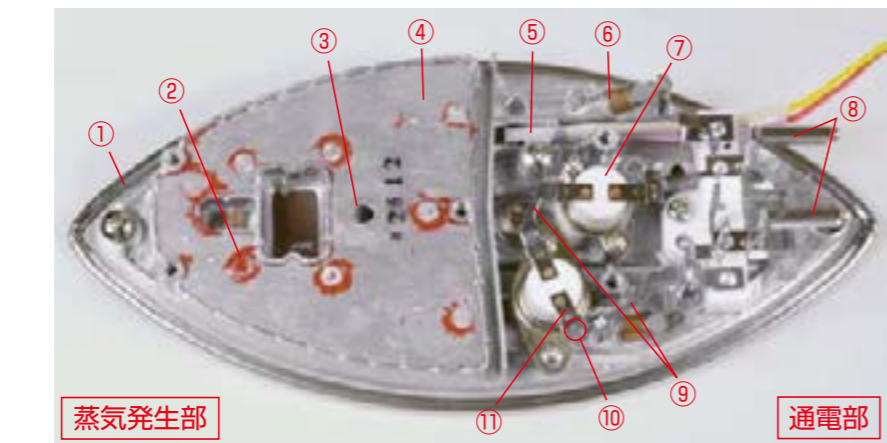
(a) 上方から



(b) かけ面から

写真1 アイロン外観写真

- ①スプレーノズル ②注水口 ③スチーム切り替えレバー
- ④スプレーボタン ⑤ショットボタン ⑥温度設定スイッチ
- ⑦水タンク ⑧蒸気吹出口



蒸気発生部

通電部

写真3 通電部と蒸気発生部

- ①SUS304の底板への折り込み ②シリコンシール ③注水孔 ④上板 ⑤温度測定センサー(サーミスタ)
- ⑥ヒーター ⑦サーモスタット ⑧受電部端子 ⑨SUS430(リード線) ⑩スポット溶接部 ⑪黄銅(端子)

滑りが良くしわになりにくい。表面はセラミックスコーティング、チタンコーティング、フッ素コーティング、ボロンコーティングなどがあるが、本製品はステンレスにNi-Pコーティングが施されていた(写真1b)。高温になると滑りが良くなる理由はまだ解明されていないようである²⁾。

★ 温度とスチームの制御

3D-X線CT画像(写真2)によりアイロン内部の構造が分かる。

低温・中温・高温の温度設定回路は取手の内部に収容されている。

ボタン操作で水タンクから水を供給することで、かけ面を衣類から離してスチームをショットすることや、スプレー噴射(霧吹き)と用途により使い分けられるようになっている。

また、かけ面のスチームは切換えレバーにより乾式・通常(薄手の布や混紡用)・多量(厚手の布、綿、麻など用)の機能がある²⁾。写真からも分かるようにいずれも機械的な作動により行われる。

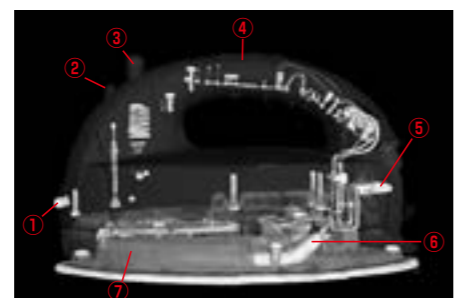


写真2 3D-X線CT画像による内部構造

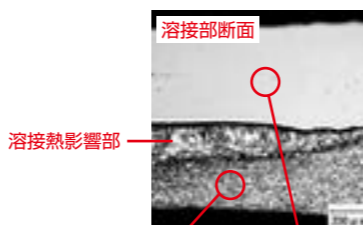
- ①スプレーノズル ②スチーム切り替えレバー
- ③ショット/スプレーボタン ④温度設定スイッチ
- ⑤受電部端子 ⑥ヒーター ⑦蒸気発生部

★ 受電・給電部の端子の構造

写真3はアイロン内部の通電部と蒸気発生部を示す。

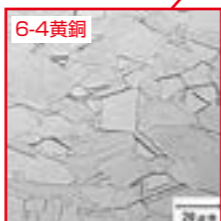
測温はサーミスタ、温度過昇防止のサーモスタットを有する。サーモスタットの端子は6-4黄銅(61.7% Cu-38.3% Zn)で、Niめっきが施されていた。この黄銅はα+β二相組織で硬化し、加工製品や配線などに用いられる。端子間のリード線はフェライト系のSUS430(17% Cr-0.3% Si-bal.Fe)である。ヒーターとつながる配線であるので、耐熱性、耐食性、低熱伝導度と低熱膨張率の点から選択されたものであろう。Niめっきは両者のスポット溶接部の接合性の向上を意図しているものと思われる(写真4)。

受電部端子(本体側)は6-4黄銅にNi-Pめっき(89% Ni-11% P)を施した薄い板を折る

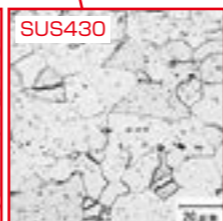


溶接部断面

溶接熱影響部



6-4黄銅



SUS430

写真4 サーマスタット端子(6-4黄銅)、リード線(SUS430)と溶接部の光学顕微鏡写真



写真5 受電部と給電部の端子

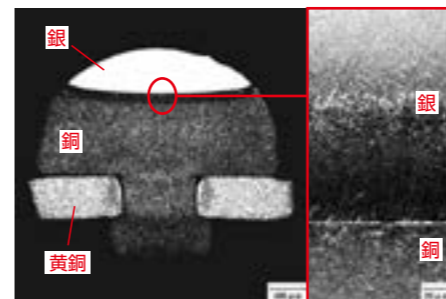


写真6 受電部端子の接点部

り曲げて加工している(写真5a)。これは外部と接触する面積を増大して放熱効果を意図したものである³⁾。接点はCu端子をカシメて装着し、先端にはAgが溶着されている(写真6)。

給電部端子(電源側)は、ばね性を持ったCu板にCu端子をカシメて装着し、受電部と同様に接触部にはAgが溶着されている(写真5b)。

接点材料に必要な特性は接触抵抗が低い、溶着が生じにくい、放電消費・磨耗が少ないなどである。そのために導電率・熱伝導率が高い、耐食性が良い、融点が高い、硬度が高いなどの特性を有する材料として、Au、Ag、Pdなどの貴金属、W、Moなどの高融点金属、Cu、Cなどが使用される⁴⁾。

★ 蒸気発生部の構造

写真7に上板と底板を外した蒸気発生部の外観を示す(上板と底板を装着した外観は写

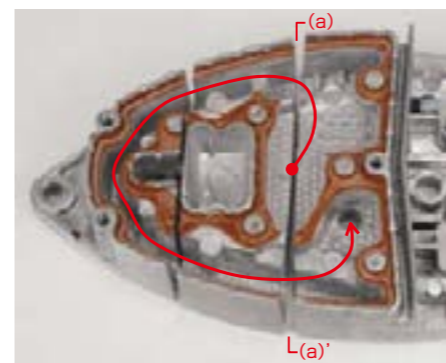


写真7 蒸気発生部の外観

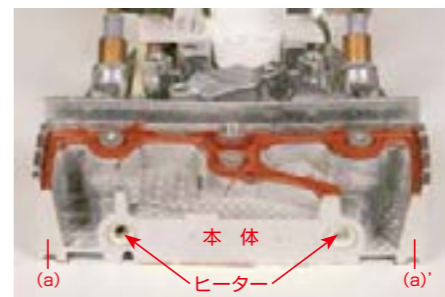


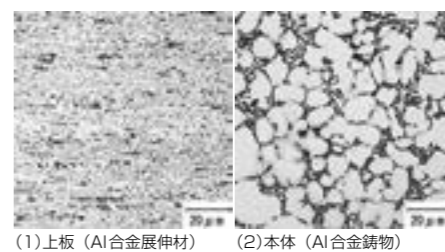
写真8 蒸気発生部の(a)-(a')断面写真

真3)に示す)。

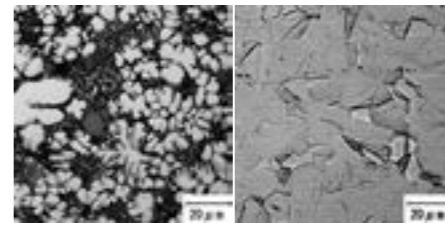
写真8に蒸気発生部の断面写真を示す。タンクからの水は蒸気発生部(蒸気の発生効率を高めるための多くのディンプルが見える)でスチームとなり、それは部内をまわって底板を経由してかけ面から噴出されるように経路が設計されている(写真7参照)。

蒸気発生部の構造は次の通りである。上から順に(1)上板(耐食性と成形性に優れたAl-Mn固溶強化型の単相合金の展伸材)、(2)本体(溶融状態で流動性がよく、凝固時の収縮が少ないAl-Si-Cu-Mg 鋳物)、(3)底板(蒸気をかけ面の穴に正確に導く形状が形成可能なほど精密で、耐熱部にも使用されるAl-Si合金ダイカスト)。(2)(3)はいずれもαと共晶からなる二相組織である。(4)かけ面(3)と類似の形状で、端面は(3)の端を包むように折り込まれている)は加工性に優れたSUS304で、厚さが1μm程度のNi-Pめっきが施されている。これらの化学成分と光学顕微鏡写真を表1と写真9に示す。

ヒーターは蒸気発生器本体の casting時に組み込まれている(写真8)。それはコイル状の力



(1)上板 (Al合金展伸材) (2)本体 (Al合金鋳物)



(3)底板 (Al合金ダイカスト) (4)かけ面 (SUS304)

写真9 蒸気発生部・各種材料の光学顕微鏡写真

表1 蒸気発生部材料の化学成分 (mass%)

部	品	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Al	HV 硬さ	備考
蒸気発生部	上板	0.89	0.47	0.10	0.99	0.03	0.13	bal.	54	※1
	本体	9.08	0.62	0.77	0.22	0.32	0.48	bal.	92	※2
	底板	11.7	1.06	1.60	0.17	0.17	0.92	bal.	107	※3
	かけ面	0.6	bal.	-	1.30	Ni8.6	Cr18.8	-	223	※4
ヒーター	カンタル線	0.4	bal.	-	-	-	Cr24.7	5.6	-	※5
	セラミックス	6.8	1.0	-	-	bal.	Ca3.3	3.6	-	※5

備考: ※1 Al合金展伸材 ※2 Al合金鋳物 ※3 Al合金ダイカスト
※4 SUS304の表面は1μmの90% Ni-10% Pめっき ※5 Cuめっきをした炭素鋼管に挿入

ンタル線の回りをMgO主体のセラミックスで覆い、それらをCuめっきをした炭素鋼管に挿入した構成である。

カンタル線の端部は電極となる軟鉄棒(極低炭素鋼)に1点/1周溶接されている(写真10(a)~(c))。

カンタル線とセラミックスの光学顕微鏡写真を写真11に示す。

★ おわりに

アイロンはどの家庭にもある電気製品です。その寿命は長いので、家電メーカーにとっては如何に買い替える魅力を喚起するかが競争になっています。コードレスや多様なスチームの活用は新たな需要を生み出しています。

参考文献

- 1) Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Clothes_iron
- 2) アイロンカタログ (Panasonic, Toshiba)
- 3) 特許公報: 特許第3292192号
- 4) 金属便覧: 日本金属学会編 (丸善, 1990年)

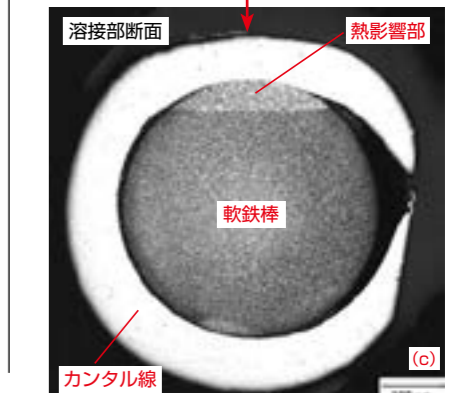
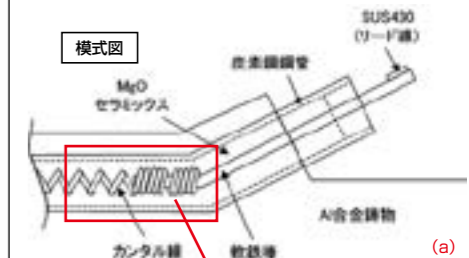


写真10 カンタル線周辺

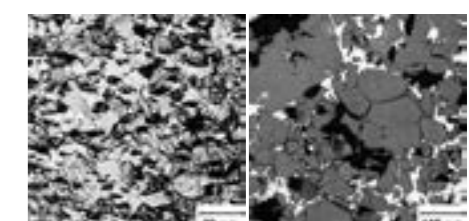


写真11 ヒーターに用いられる材料の光学顕微鏡写真