



レーザー溶接による真空封止製法

Vacuum sealing method by laser welding

伊石翼*

ISEKI Tsubasa

1. はじめに

金属製魔法瓶は内筒と外筒から成る二重構造の容器になっており、内筒と外筒の間は真空状態に保たれている。この構造により、金属製魔法瓶は高い断熱効果を有している。

魔法瓶の最も重要な製造工程の一つに、容器の内筒と外筒の間を真空状態にする真空封止がある。現行の真空封止製法は、大型の真空チャンバ（図1）の中で多数の製品をまとめて真空処理することから、インライン化・自動化が難しいという課題があった。

本稿では、現行の真空封止製法を一新し、インライン化・自動化が可能な新規な真空封止製法を開発したので報告する。



図1 大型真空チャンバ

2. レーザ溶接による真空封止製法

2.1 現行の真空封止製法

現行の真空封止製法は以下のフローで行われている。また、図2にフロー図を示す。

- 1) 封止穴の開いた二重容器を作製し、封止穴の上に封止材をのせる。
二重容器の内筒と外筒の間にはゲッターを設置しておく（ゲッターは加熱することで活性化し、残存ガスや放出ガスを吸着し、魔法瓶の真空状態を維持する）。
- 2) 大型真空チャンバ内に多数の製品をまとめて入れ、真空引きする。
内筒と外筒の間の空間も封止穴を通して、真空状態となる。
- 3) 加熱して封止材を熔融させ封止穴を塞ぐ。さらに、ゲッターも同時に加熱して活性化させる。
- 4) 真空チャンバ内で冷却し封止材を固化することで、内筒と外筒の間の空間を真空状態のまま維持させる。その後、真空チャンバから製品を取り出して真空封止工程が完了する。

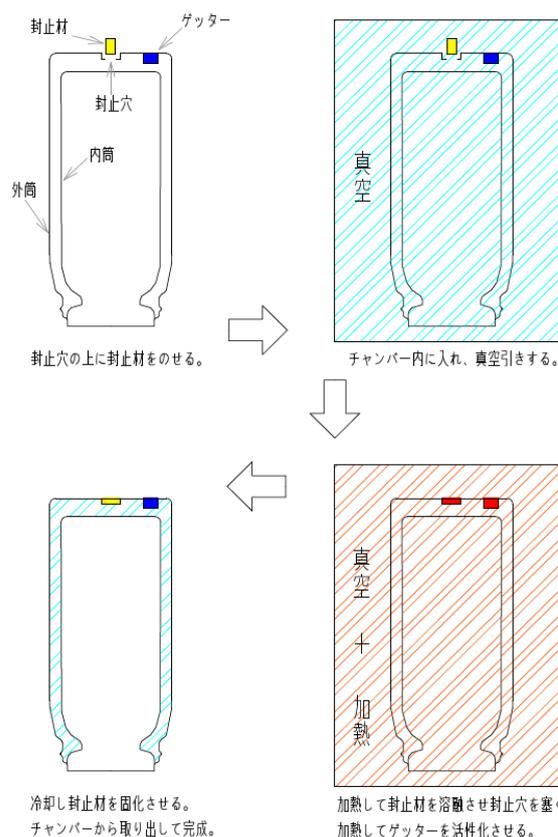


図2 現行の真空封止製法

現行の真空封止製法は、多数の製品を真空中で加熱する製法のため、加工時間が長くなり、設備の大型

化が避けられず、インライン化・自動化が難しい製法である。

2.2 新規真空封止製法

新規真空封止製法は以下のフローで行われている。また、図3にフロー図を示す。

- 1) 封止穴の開いた二重容器を作製する。封止穴は後工程でレーザ溶接で塞ぐことが可能な形状とする。
- 2) 小型真空チャンバ内に製品を1個ずつ入れて、個別に真空引きする。
内筒と外筒の間の空間も封止穴を通して、真空状態となる。
- 3) レーザ光を封止穴に照射し、レーザ溶接することで封止穴を塞ぎ、内筒と外筒の間の空間を真空状態のまま維持させる。
- 4) 真空チャンバから製品を取り出し、別工程でゲッターのみを局所加熱することで、ゲッターを活性化させる。これで真空封止工程が完了する。

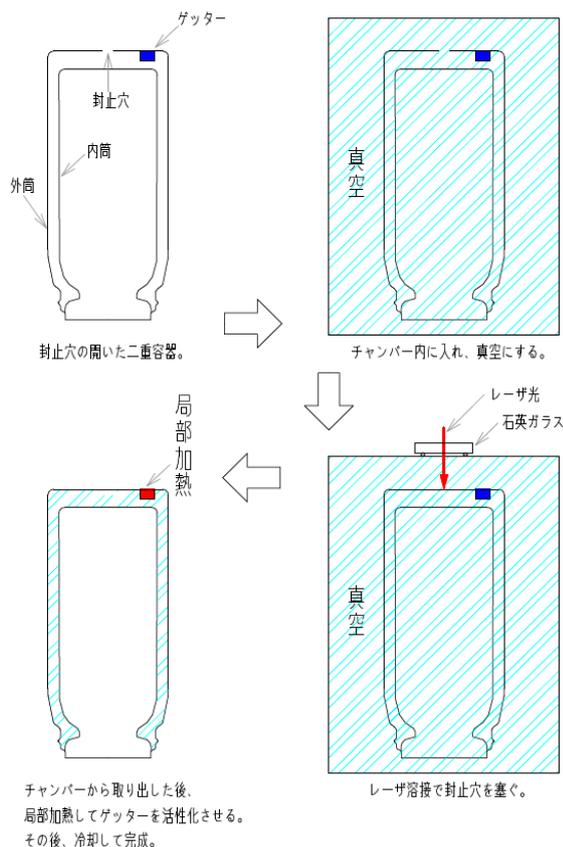


図3 新規真空封止製法

新規真空封止製法は、封止材を使用せずに封止穴をレーザ溶接で塞ぐ製法である。封止材を溶融するための加熱、それに付随する冷却を真空チャンバ内で行う必要がないため、加工時間を大幅に短縮する

ことが可能となった。これにより、現行製法のような多数の製品をまとめて真空処理する必要がなくなり、1個流しによる製造が可能となった。また、設備がコンパクトになり、設備の専有面積が減少したため、工程のインライン化・自動化を進めやすくなった。

3. 新製法による副次効果

新規真空封止製法は、多くの副次効果を持つ製法である。その副次効果について下記に記す。

3.1 コストダウン

封止材を使用しないことで、材料削減、および工数削減などの製造コストを下げる事が可能となった。

3.2 使用材料に合わせた封止材開発が不要

外筒の使用材料に合わせて、溶融温度・熱膨張係数・ぬれ性等の特性が最適な封止材を使用する必要がある。そのため、新規材料を使用した魔法瓶を開発する際には、封止材も並行して開発する必要がある。また、封止材によってはコストが高くなることや、特殊な加工方法で封止しなければならないことがある。封止材を使用しないことで、これらの問題が解消される。

3.3 製品の軽量化 (Ti の場合)

当社では、Ti材料を使用した魔法瓶も製造している。現行の真空封止製法では、800℃で溶融する封止材を使用する必要があるが、一方でTi材料は600℃で焼き鈍しされ、材料が軟らかくなる。したがって、強度を確保するために一般的なステンレス魔法瓶よりも板厚を厚くする必要があるが、Ti本来の軽さというメリットを十分に活かさないという課題があった。

新規真空封止製法では、製品へ熱負荷がかかるのはゲッター活性化工程のみであり、製品胴部は高温に晒されずに加工が完了する。そのため、Ti材料の焼き鈍しを最小限に抑えることが可能となり、板厚の薄い軽量のTi製品の製造が可能となった。

4. おわりに

本製法を採用した新商品を2021年10月に発売したので紹介する。真空断熱チタンボトル FJN-500T という商品で、軽量・コンパクト設計の高耐食性魔法瓶である(図4参照)。

魔法瓶は、プレス加工・絞り加工・溶接・真空封止・塗装など様々な加工工程を経て製品が完成している。製法を恒常化することなく、より最適な製法開発を今後も進めていく。



図4 新商品 FJN-500T

参考文献

- 1) ステンレス魔法瓶の開発. 宮地賢一, 1989年 32巻 12号 p.869-874