

高効率マイクロ波減圧精油抽出装置

兼松エンジニアリング株式会社

代表取締役社長 山口 隆 士

高知県工業技術センター

所 長 西 内 豊

兼松エンジニアリング(株) 技術研究課 山 中 義 也

兼松エンジニアリング(株) 技術研究課 山 中 恭 二

兼松エンジニアリング(株) 技術研究課 松 岡 秀 治

高知県工業技術センター 技術次長 濱 田 和 秀

高知県工業技術センター 生産技術課 村 井 正 徳

高知県工業技術センター 研究企画課 近 森 麻 矢

表1 各抽出法の比較

はじめに

柑橘類やその他農産物、木材等の天然物からマイクロ波加熱により精油を抽出する装置を開発した。本装置は、容器の中に対象物を入れて、上からマグネトロンでマイクロ波を照射する従来方式に対して、下からマイクロ波を照射し、直接加熱することにより、低コストかつ短時間で精油を抽出することができる。また従来の水蒸気蒸留法と異なり加水操作を行わないため、残渣処理においても処理コストを抑えることができる。さらに抽出残渣の堆肥化・飼料化等、有効利用が可能となり、廃棄物を大幅に削減できた。

開発のねらい

精油抽出方法には、表1に示すように、水蒸気蒸留法、圧搾法、溶剤抽出法があるが、それぞれ一長一短がある。マイクロ波を用いて減圧下で抽出を行う方法は、色素などの不純物が混入しない水蒸気蒸留法の長所と、水蒸気蒸留が苦手としている低温抽出で圧搾法に近い香りを

	長所	短所
水蒸気蒸留法	不純物がない	蒸留時間が長い 燃料コスト大 低温抽出が苦手
圧搾法	生の香り 単純な手法	抽出率が悪い 不純物が混入
溶剤抽出法	汎用的な手法	抽出工程が多い 不純物が混入

実現した上に、抽出に要する時間、コストも削減する画期的な方法として知られている。しかし、実験室規模の装置しか商品化されていなかった。そこで、精油の商用生産向けに、実用機サイズまで装置を大型化することをねらった。

装置の概要

図1にマイクロ波減圧型抽出装置の構成を示す。本装置は、柑橘果皮をタンク内に投入し、

真空ポンプでタンク内を減圧状態に保ち、マイクロ波で柑橘果皮を加熱することによって蒸気と精油を抽出し、凝縮器に送り、精油と芳香蒸留水として取り出すことができる。加熱源であるマイクロ波の照射口を真空容器底面に配置して、直接、被抽出物を加熱するようにしている。これにより、加熱効率がよくなり、短時間、低コストの抽出が実現できた。真空度を制御することで、抽出温度を制御でき、低温抽出時も安定した抽出が可能である。また、柑橘類の果皮など、水分が十分にある対象物では、それに含まれる水分のみで蒸留を行うことができ、加水や特別な溶媒の添加は不要である。減圧タンク内は洗浄性を高めた構造で、食品や薬品など幅広い分野での利用も可能である。

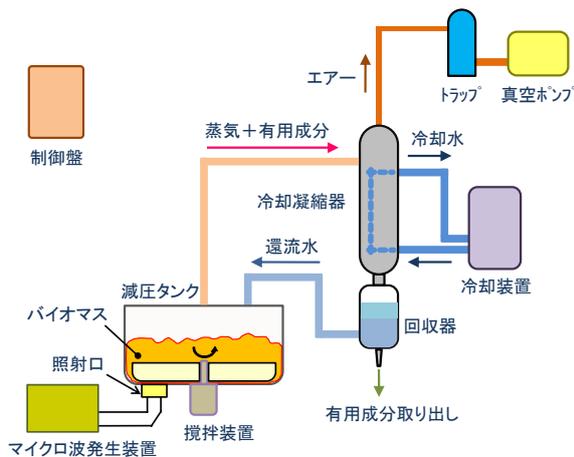


図1 マイクロ波減圧型抽出装置の構成

技術上の特徴

<従来の問題点と開発した装置>

図2に示すように、電子レンジに代表される一般的なマイクロ波加熱装置では、マイクロ波照射口は装置上部に配置される。この構造の場合、投入量の違いなどタンク内の状態が変わると、マイクロ波が反射して、加熱対象物ではなく、マグネトロン自体を加熱することがある。

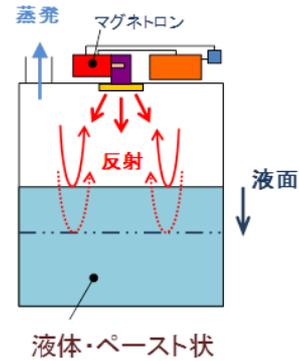


図2 従来の方法

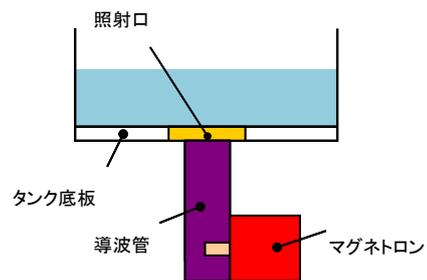


図3 提案する方法

特に工業用の大出力マグネトロンではこの反射の影響が大きい。このため、工業用のマイクロ波加熱装置では、導波管のE面とH面にプランジャーを設け、これを出し入れすることによりチューニングを行うEHチューナやスリー・スタブチューナと呼ばれるチューニング装置を付けて、反射を防止したり、アイソレーターと呼ばれるY型サーキュレータとダミー負荷を組み合わせたものを取り付けて、反射波をダミー負荷に吸収させたりして、安定加熱する方法がよく用いられる。しかし、このような対策を施すと、装置価格が上昇する。また、濃縮など、運転中にタンク内の状態が大きく変化する場合には、オペレータが運転中にリアルタイムでチューニングを行うことを強いられたり、非常に高価な自動チューニング機構が必要になったりする。

これらの問題を解決するために、図3に示す

ように、下側から直接、加熱対象へマイクロ波を射出する方式を開発した。本装置では、タンク底面から直接、加熱対象物へマイクロ波を照射するので、加熱対象物が水などのマイクロ波を吸収しやすいものを大量に含んだものであれば、照射されたマイクロ波はすぐに吸収されて、反射や干渉などの影響を考えなくてもよくなる。このため、照射口をマイクロ波の反射がない構造にしておけば、タンク内の加熱対象物の量が増減してもチューニング作業なしで加熱を続けることができる。また、マイクロ波のエネルギーが半分になる浸透厚さは、水の場合で2.5cmであるので、設置間隔が近すぎない限り、複数のマグネトロンを取りつけても、お互いに影響し合うことなく、加熱を行うことが可能である。ただし、大型化された装置では加熱むら懸念されるため、均一な加熱を行うための攪拌装置を取り付けている。

<マイクロ波照射口の形状と洗浄性>

最初の装置では、マイクロ波照射口の構造は図4(a)のようになっていた。この構造では、減圧タンク内側に照射口をネジ止めしていたので、固定用金具や固定用ネジの部分にカスが溜まりやすかった。また、固定用金具のエッジにマイクロ波が集中する傾向があり、この部分にカスが溜まっていると、それが焦げ付いて、精油の品質に悪影響を与えることがあった。そこで、マイクロ波照射口の構造を図4(b)のように変更した。その結果、減圧タンク内には円形の窓が見えるのみで洗浄性が非常に良くなった。

照射口はマイクロ波の反射が少ないように設計しておく必要がある。そこで、CAE(Computer Aided Engineering)により解析した。計算結果では、マイクロ波の反射率は図4

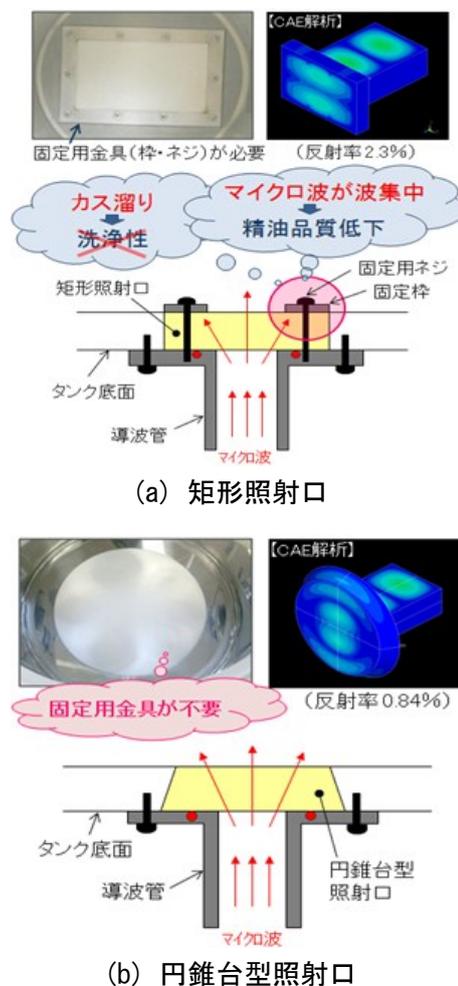


図4 照射口の構造

(a)の構造で2.3%、図4(b)の構造で0.84%となった。この結果、円錐台型照射口にすることにより、マイクロ波の反射を小さく抑えられることが確認できた。

実用上の効果

従来、精油の抽出には水蒸気蒸留法が使われることが多かったが、1回の蒸留に半日程度かかり効率が悪かった。今回開発した装置で柚子の果皮から精油を抽出した場合約1時間で抽出が完了し、従来法の水蒸気蒸留法に比べ抽出時間が4分の1に短縮できた。表2に水蒸気蒸留法とのランニングコストの比較を示す。

表2 ランニングコストの比較

抽出方法	抽出温度	抽出時間	抽出率	抽出量	消費電力	ランニングコスト	
						1回当り	精油10当り
マイクロ波蒸留法	40℃	60分	0.54%	215.0mℓ	37kWh	433円	2,014円
	60℃	60分	0.85%	341.3mℓ	37kWh	433円	1,269円
水蒸気蒸留法	60℃	240分	-	-	-	-	11,662円

従来法の水蒸気蒸留法では、過熱水蒸気をタンク内に吹き込んでいる場合もあり、内容物の温度が上昇して、精油が加熱臭をもつことがあったが、マイクロ波加熱方式を採用したことにより熱源はマイクロ波のみであり、温度制御が容易となり加熱臭の問題もなくなった。また、従来水蒸気蒸留法では、蒸留時に対象物の1～3倍程度加水してから、水蒸気で加熱していた。そのため、蒸留後の残渣には大量の水が含まれており、廃棄物処理でも問題があった。マイクロ波加熱では精油抽出対象物に含まれている水分を利用するため、抽出時に加水の必要がない。つまり、廃棄物には本来持っている水分以外含まないから、水蒸気蒸留法と比べて廃棄物処理コストも安価である。

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

① 日本国特許第3955923号

名称：真空、乾燥・濃縮装置

概要：マイクロ波を使用して、熱効率を最大化し、効率よく液体中の水成分を除去可能な真空、乾燥・濃縮装置

② 日本国特許第4849578号

名称：マイクロ波を利用した抽出装置

概要：バイオマス等の処理対象物にマイクロ波を照射して加熱することにより、処理対象物中に含まれる精油等の有用成分を抽出する装置

むすび

開発を始めた当初は、脱水や濃縮がメインの装置であったが、下側から直接、加熱対象物へマイクロ波を照射する方式を採用したことで、実用機に必要な大出力のマイクロ波を安価で使い勝手の良いものにすることができた。精油抽出を対象とした時に、さらに高い洗浄性が要求されたが、円錐台状のマイクロ波照射口を採用することで解決できた上に、マイクロ波の反射率も改善できた。また、加熱むらも攪拌装置を取り付けて解決した。

柚子果皮から精油を抽出する装置として開発したが、柚子以外の柑橘や木材からの精油の抽出などにも用途が広がった。さらに開発当初の脱水や濃縮の用途としても再評価され、濃縮や煮込み料理などにも使われるようになった。

今後、新たな物質からの精油の抽出など、用途拡大を目指して行く予定である。