

医療用減圧沸騰式洗浄装置

三浦工業株式会社

代表取締役社長 高橋 祐二

大阪大学医学部附属病院

病院長 吉川 秀樹

大阪大学医学部附属病院 MEサービス部 部長	高階 雅紀
三浦工業(株) 執行役員	柳原 伸章
三浦工業(株) メディカル技術部 部次長	高橋 裕一
三浦工業(株) メディカル技術部 CE	大崎 崇嗣
三浦工業(株) メディカル西日本営業部 主任	藤井 慎二
三浦工業(株) FM研究室	山崎 崇文
三浦工業(株) メディカル技術部	白石 裕二

はじめに

病院や滅菌代行業者は、診察や手術で使用した「再使用可能な手術器具、麻酔器具、及び他の手術用具」を各種洗浄器や手洗いにて洗浄し、滅菌器で菌を死滅させて感染等を起こさない安全な状態に戻してから、再びそれらを使用している。しかしこれまで、形の異なる様々な器具すべてを洗える洗浄器はなかったために、洗浄方式の異なる洗浄器を数種類そろえて使い分けるか、あるいは洗浄ができないものは作業者が手洗いをしていた。このような問題を解決するために、洗濯機のように洗浄槽へ入れるだけで洗浄できる「減圧沸騰式洗浄装置」を開発した。

開発のねらい

これまでの洗浄器では、チューブ類や管状器具類を洗浄するときは、その口径にあった噴水ノズルに1本ずつ接続する煩わしい作業を要する

装置が大半であった。また、破損・紛失防止のため容器に収納して扱わなければいけない精密器具の洗浄にあたっては、超音波洗浄器やジェット式洗浄器では容器に入れたままの洗浄が困難なため、手洗いが主流となり作業者の負担となっていた。

手洗いやノズルへの差込の用手作業の場合、B型肝炎、C型肝炎、HIVウイルス等の作業員への2次感染のリスクが伴っていた。特にB型肝炎の場合、経皮的暴露では少なくとも30%の感染の危険があり、傷のある手指で触れると感染の危険が急上昇する。また手洗いの場合は比較的汎用性があるものの、洗浄における作業効率が悪いこと、洗浄作業員の技量の差が洗浄効果を左右するといった問題が生じていた。

そこで、チューブや精密器具を含め、多種類の器具を、洗濯機のように洗浄槽へ入れるだけで洗浄できる洗浄装置を目指した。

装置の概要



図1 減圧沸騰洗浄装置の外観

図1に開発した装置の外観を示す。ドアを開け、洗浄槽に洗浄物を入れて、押網を載せてドアを閉じて、操作パネルにあるスタートスイッチを押すだけで洗浄を開始する。

技術上の特徴

開発した洗浄装置は、温水を入れて密閉した槽内を減圧することで発生する沸騰を利用し、被洗浄物をその形状によらず効果的に洗浄できる、2つの洗浄方式を開発した。1つは、表面の汚れを落とす液相給気パルス洗浄方式であり、もう1つは、管状物等の内部を洗浄する、気相給気パルス洗浄方式である。液相給気パルス方式は、槽内減圧中に洗浄液中へ空気を導入して爆発的な沸騰を引き起こし、激しい水流を発生させて洗浄力を大幅に向上させる技術であり、被洗浄物の外面洗浄に効果的な洗浄技術である。また気相給気パルス方式は、槽内減圧中に槽内へ給気して圧力を変化させて、管状物や複雑な形状の容器内部に洗浄液の膨張・収縮で激しい水流を発生させて洗浄力を大幅に向上させる技術であり、被洗浄物の内面洗浄に効果的な洗浄技術である。この2つの新技術により、被洗浄物はその形状によらず特殊なセット不要

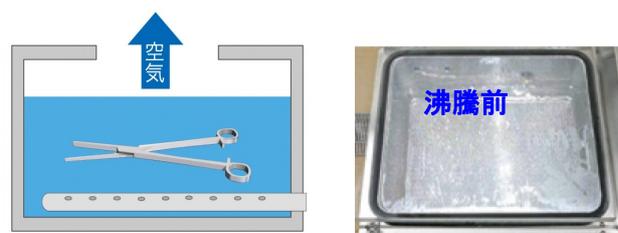


図2 加熱と同時に減圧

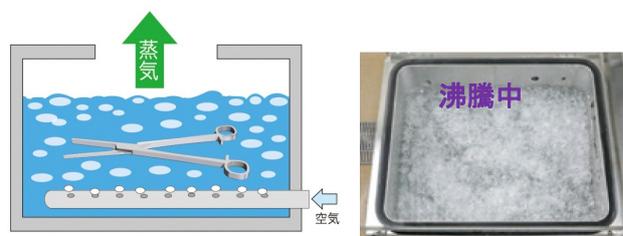


図3 沸騰中に空気導入



図4 爆発的な沸騰

で洗浄器に収納するだけで容易に洗浄することが可能になった。以下に液相給気パルス洗浄と気相給気パルス洗浄の詳細を示す。

【液相給気パルス洗浄】

- ①洗浄装置槽内の洗浄液を加熱すると同時に槽内を減圧する(図2)。
- ②槽内圧力を所定圧力に減圧すると洗浄液は沸騰する。例えば洗浄液が50℃に加熱された場合、約89kPaで槽内の洗浄液は沸騰する。洗浄装置は槽内の洗浄液の沸騰による攪拌作用により洗浄効果が生じる(図3)。
- ③槽内の洗浄液が沸騰状態の時に洗浄液中へ空気を少量導入すると空気が沸騰の核になり、槽内は爆発的な沸騰状態になる。槽内の洗浄液が爆発的な沸騰状態になることにより槽内に激しい水流が発生し、洗浄液が大きく攪拌され洗浄効果が高まる(図4)。

④洗浄装置は以上の動作を設定した時間繰り返しおこなう。

洗浄装置は爆発的な沸騰を槽内に均一に生じることによって被洗浄物をムラなく均一に洗浄できる。従来のウォッシャーディスインフェクター（以下WD 図5参照）は、回転ノズルから水流を噴射して洗浄するので、被洗浄物が重なった部分では水流がない領域が生じ、洗浄効果のバラツキの問題が生じていたが、新技術の洗浄装置はこれを解決した。

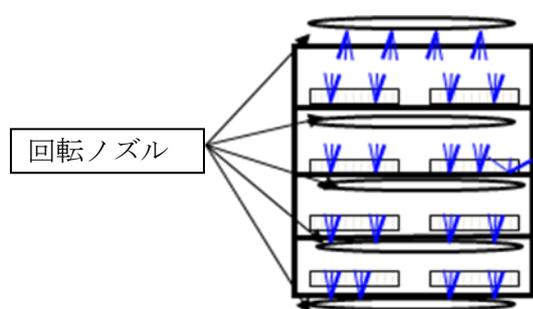


図5 従来の洗浄方法（WD）

【気相給気パルス洗浄】

①洗浄装置槽内の洗浄液を加熱すると同時に槽内を減圧する。洗浄装置は槽内の洗浄液を所定の温度まで加熱した後、槽内を急激に減圧する（図6）。

②槽内を急激に減圧すると洗浄水は沸騰する。この時チューブ状被洗浄物の内部の洗浄液も沸騰し、沸騰により生じた蒸気により被洗浄物内部の洗浄液が押し出され、被洗浄物内部は蒸気で満たされる。洗浄装置は被洗浄物内部の洗浄液の沸騰を確実に生じさせるため減圧状態を監視している（図7）。

③洗浄装置は、槽内の気相部に空気を導入して短時間に圧力を上昇させると、被洗浄物の内部の蒸気が凝縮することにより洗浄液が被洗浄物内部に勢い良く流入し、その水流で被洗

浄物内部を洗浄する。水流の流速は秒速2～3m/sとなる（図8）。

④洗浄装置は上記の動作を所定回数繰り返しおこなう。

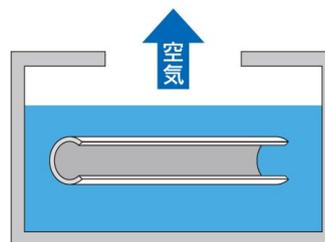


図6 槽内を減圧

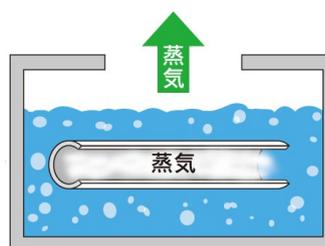


図7 沸騰状態

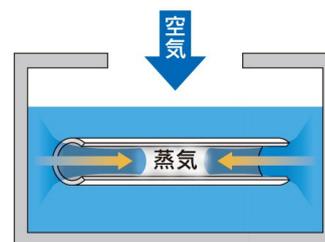


図8 槽内を加圧

従来の洗浄装置では被洗浄物を洗浄するのにノズルに接続し洗浄液を流して洗浄するため、接続部での洗浄不良や、被洗浄物のサイズの違いによる洗浄液の流れの圧力損失差により被洗浄物間で不均一な流れとなり洗浄不良を生じていたが、新技術の洗浄装置はこのような洗浄不良は生じない。

超音波を利用した洗浄装置ではケースに収納した被洗浄物や複雑な形状の被洗浄物の場合は超音波が減衰するため洗浄できなかったが、沸騰と凝縮の現象を利用した新技術の洗浄装置はこれらの被洗浄物を洗浄することができる。

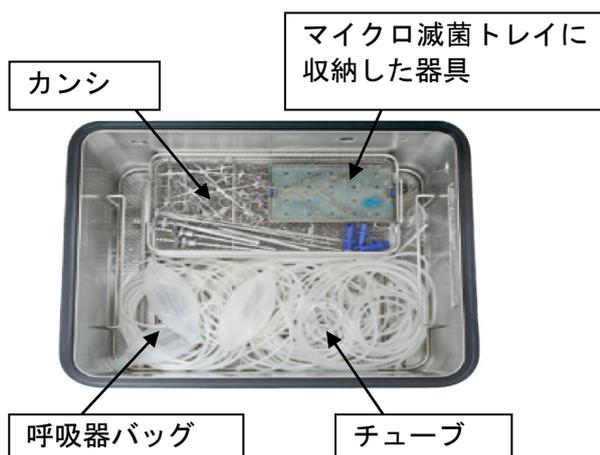


図9 洗浄物積載例

実用上の効果

様々な形状の器具を2つの洗浄方式を用いることで洗浄可能であり、その一例を図9に示す。図9は、表面の汚れを落とす液相給気パルス洗浄の後に管状物等の内部を洗浄する気相給気パルス洗浄を行った状態である。図9に示すようにチューブや呼吸器バッグは、専用ノズルに接続することなく洗浄可能である。また、樹脂性のマイクロ滅菌トレイと言う容器に収納したままの器具も洗浄可能である。

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4784692号
名称：洗浄装置および洗浄方法
概要：気相給気パルス洗浄
- ② 特願2010-43688
名称：洗浄装置および洗浄方法
概要：液相給気パルス洗浄

むすび

減圧沸騰洗浄式装置は複雑なさまざまな形状の洗浄物をきれいに洗浄できるので、安全と衛生面に貢献する。

また減圧沸騰洗浄式装置は医療用洗浄器として開発したが、複雑な構造の被洗浄物への安定した洗浄効果の実現により様々な器具の洗浄へと用途が広がることが期待され、今後は食品機械洗浄用途やその他の産業用途へ活路を広げたいと考えている。