

ペットボトル用高速・高バリアDLC コーティング装置

High Speed and High Gas Barrier Rotary DLC Plasma Coating System for PET Bottles



上田 敦士*1
Atsushi Ueda

中地 正明*2
Masaaki Nakachi

後藤 征司*3
Seiji Goto

山越 英男*4
Hideo Yamakoshi

白倉 昌*5
Akira Shirakura

1. はじめに

飲料・食品容器は利便性、コスト面からペットボトル化が急速に進み、現在総容器の50%以上を占めるまでになっている。一方、金属缶やガラス壺と比較するとガスバリア性が低く、酸素浸入による内容物劣化・炭酸ガスの損失等、品質の保持に劣るという欠点があり、各種のガスバリア性向上技術が開発されている。

当社はプラズマによりガスバリア性の高いDLC (Diamond Like Carbon: ダイヤモンドの物性に類似した炭素) 膜をボトル内面に成膜する、世界最高レベルの高生産性と高ガスバリア性を実現したDLCコーティング装置(注)を開発したので紹介する。

2. DLCコーティング技術と機能

DLCの薄膜は、プラズマCVD (Chemical Vapor Deposition: 化学的気相成膜法) にてボトル内面に蒸着され、酸素の流入、炭酸ガスの流出に対する遮断性を飛躍的に高めることができる(図1)。他の成膜方式に比べて今回のDLC成膜プロセスの特長は、高いイオンエネルギーを用いて緻密な膜を形成できることで

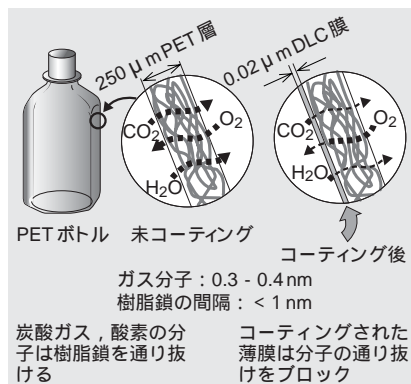


図1 ガスバリアの仕組み コーティングされた薄膜はガス分子の通り抜けをブロックする。

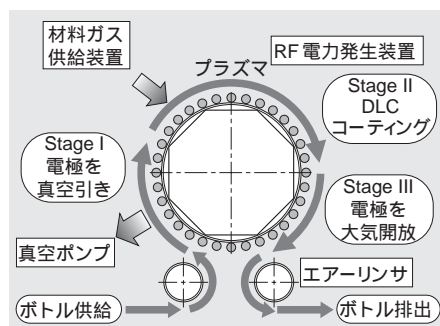


図2 DLCプラズマコーティングプロセス ロータリ式DLCコーティング装置の成膜プロセス。

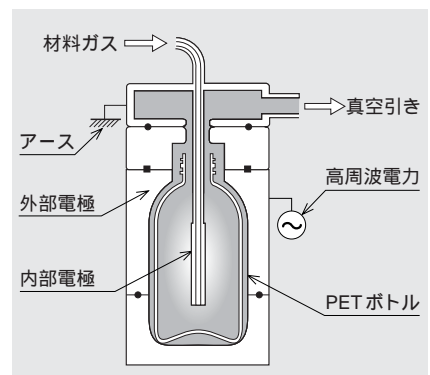


図3 DLCコーティング電極の構成

あり、最近市場で増加している多層ボトル等に対しても、高いガスバリア性を有している。

ペットボトル内面へのDLC膜の成膜プロセスは、図2に示すとおりである。チャンバ(外部電極)内にボトルを装填する、チャンバ内を真空引きする、ボトル内部に膜の原料となるアセチレンガスを供給する、高周波のRF (Radio Frequency: 13.56MHz) 電力にてガスをプラズマ化しボトル内面に10~30nmの薄膜を蒸着する、チャンバを大気開放した後ボトルを取り出す。以上の工程が回転するロータリーテーブル上で行なわれ、ボトルへの成膜が連続的に高速で処理される。電極構成を図3に示した。

また、本装置の開発にあたっては、飲料充填プラントにおけるボトルハンドリング技術の他、当社の各種製品で培ってきた、成膜、プラズマ生成、真空、シール、高周波電源等に関する技術が生かされている。

3. 当社DLCコーティング装置の仕様・特長

当社のDLCコーティング装置は、以下の(1)~(4)に示す4つの商品コンセプトに基づき製品化を行った。図4は、大型ボトル用の装置概要である。

(1) 高いガスバリア性

*1 産業機器事業部産器技術部食品包装機械設計課主席

*2 技術本部名古屋研究所食品機械・エンジン研究室長

*3 技術本部名古屋研究所食品機械・エンジン研究室

*4 技術本部先進技術研究センター応用物理グループ主席 工博

*5 キリンビール(株)生産本部技術開発部パッケージ研究所部長代理

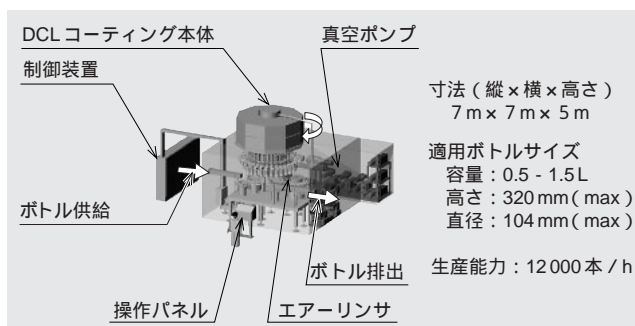


図4 DLCコーティング装置概要 大型ボトル用装置の概略構成・仕様。

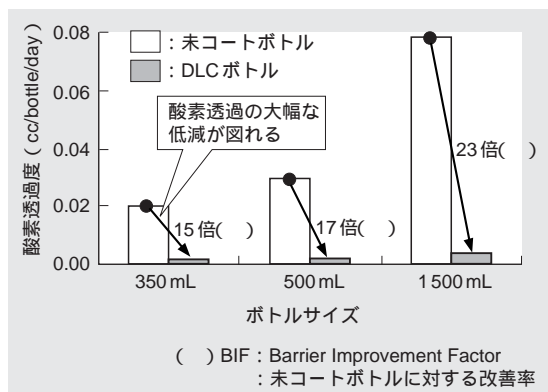


図5 酸素バリア性能 各ボトルサイズとも未コートボトルに対し10倍以上の酸素バリア性能を有している。

図5に酸素バリア性を示した。未コーティングボトルと比較して10~30倍の世界最高レベルのバリア性を有している。また、図6に示すように炭酸ガスについても10倍以上のバリア性のあることを確認している。

(2) 高い生産能力

当社装置のボトル生産能力は、18 000本/h (~0.5 L)、12 000本/h (~1.5 L)と世界一の高生産性を持っている。小型ボトル用としては18 000と12 000本/hの2モデル、大型ボトル用は12 000本/hの1モデルを標準仕様としてシリーズ化している。

(3) 環境・安全性への対応

環境・安全性にも十分な配慮をはかっている。PETボトルリサイクル推進協議会の自主ガイドラインをクリアし、リサイクルに問題ないことを確認している。また、FDA (Food and Drug Administration: 米国連邦食品医薬局) の認可も取得し、食品容器としての安全性も確認している。

(4) ボトルサイズへの幅広い対応

小型(0.3 L)から大型ボトル(1.5 L)まで成膜でき、幅広いボトルサイズへの対応が可能である。

さらに、DLCコーティングされた容器は主に飲料や食品用に使われるため、安全性の面からも製品信頼

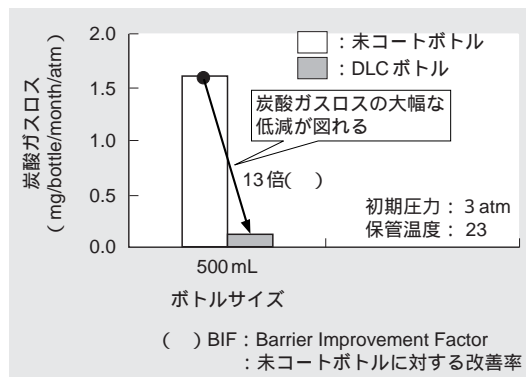


図6 炭酸ガスバリア性能 未コートボトルに対し10倍以上の炭酸ガスバリア性能を有している。

性が重要であり、ボトルの品質を確保するため、ボトル1本ずつの成膜プロセス(真空度, RF電力, 材料ガス流量他)の履歴を管理するプロセスモニタリングシステムを採用している。

4. ま と め

ペットボトル内面に緻密な炭素膜であるDLC膜を蒸着することにより内容物の品質劣化を防ぐ、世界最高レベルの高生産性と高ガスバリア性をもつDLCコーティング装置を開発した。

この装置の実用化により、茶系飲料等の清涼飲料、炭酸飲料、アルコール飲料など、酸素・炭酸ガスの高バリア性が要求される内容物のペットボトル詰め用途が広がることになる。さらに、調味料や化粧品等、非飲料分野への用途も期待できる。

今後ますます、世界中でペット容器市場は拡大が予想されている。当社は、「環境にやさしい、安全、高機能」の観点から製品開発を行い、お客様にお届けしていきたいと考えている。

注：ペットボトルにDLCコーティングする技術は麒麟ビール(株)にて開発が始められ、その技術をベースに世界最速のロータリ式コーティング装置として実用化したものである。



上田 敦士



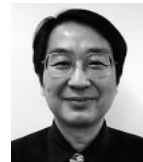
中地 正明



後藤 征司



山越 英男



白倉 昌