



배리어기능 PET보틀 「내면 플라즈마 SiOx 증착」

Barrier Technology - SiOx Coating to the inside of the PET Bottle

黑 岩 孝 / 파이오니어공업(주) 영업본부

1. 서론

파이오니어공업(주)은 1964년 창업한 이래 PET보틀 및 플라스틱 제품의 성형 제조사로써 조미료·주류·식품·세제 제조사 등 수많은 고객들이 이용하고 있다.

PET보틀의 특징이기도 한 리캡성·가벼움·투명성·쫄개지지 않음 등의 우수한 특성으로 인해 많은 제품에서 사용되고 있다. 하지만 뛰어난 특성이 있는 한편, 다른 용기에 비해 부족한 부분도 있다(표 1).

PET보틀은 다른 용기에 비해 배리어성이 매우 약하다.

이 인식은 보틀이 개발된 초기부터 있었으며, 지금까지 계속해서 개선이 시도되고 있다.

PET보틀의 발전에는 배리어성의 개선이 필요불가결이기 때문에 모든 가능성을 검토하며 연구개발되고 있는 상황이다.

뿐만 아니라 몇가지 기술이 성공을 거둬 해외에서는 PET보틀들이 맥주의 실용화를 목표로 다층, 코팅, 스캐빈저(scavenger) 등의 배리어 기술이 결합한 결과, 본격적인 PET 보틀들이 맥주는 영국 Bass사가 1997년 말 출시하는 성과를 얻었다.

이를 계기로 유럽·미국 시장을 중심으로 확대되고 있다.

일본에서는 음료 분야에서 실용화되어 PET보틀의 핫 판매시장이 생겨났다.

이후 음료·식용유·조미료에 사용되었고, 지난해에는 와인·청주 등 알코올 음료로, 그 용도는 서서히 확대되고 있다.

다음에 동사가 독일 KHS Plasmax사의 내면 플라즈마(SiOx=실리카) 증착설비를 도입한

[표 1] 용기별 특성

구분	병	PET	종이팩
배리어성	우수	불가	우수
내용물	보인다	보인다	보이지 않는다
중량	무겁다	가볍다	가볍다
쫄개짐	쫄개진다	쫄개지지 않음	쫄개지지 않음
적외선	우수	불가	우수
리사이클	OK	OK	△

[표 2] 각종 배리어 PET보틀의 종류별 특성

구분	PET 단체	카본 증착	실리카 증착	적층(다층)	나일론 함유
산소배리어	1	10 이상	10 이상	7~8	4~6
내내용물성	OK	pH7 이하	pH4.5 이하	OK	OK
외관	무색 투명	연갈색 투명	무색 투명	무색 투명	연갈색
보틀과 액체의 접착	PET에 액체 접착	코팅으로 액체 접착 없음	코팅으로 액체 접착 없음	PET에 액체 접착	PET에 액체 접착
리사이클 적성	OK	OK	OK	OK	OK
충전온도	85℃ 이하 가능	85℃ 이하 가능	50℃ 이하 가능	85℃ 이하 가능	85℃ 이하 가능
최대 용량	1,800ml 이상 OK	1,500ml 이하	1,500ml 이하	1,800ml 이상 OK	1,800ml 이상 OK

배경과 설비의 개요 및 배리어 PET보틀의 미래 전망에 대해 소개한다.

1. 각종 배리어 PET보틀의 종류와 특성

현재 배리어 PET로 카본 증착, 실리카 증착, 적층(다층), 나일론 함유 PET보틀이 제품으로써 사용되고 있다.

개별 특성을 [표 2]에 나타냈다.

산소배리어성은 카본 증착, 실리카 증착이 거의 동등한 성능을 가지고 있으며, 미처리 보틀과 비교해 모두 10배이상의 높은 배리어성을 나타낸다.

한편, 적층보틀이나 철계 산소 스캐빈저를 함유한 나일론을 블렌드한 보틀에서도 동등한 산소 배리어성을 나타내는 것을 알 수 있다. 즉, 동사 제품 720ml의 가스배리어성 테스트 데이터를 분석한 결과, 미증착의 단체 PET보틀의 산소 투과율이 0.045cm³/pkg·24h인 것에 대해 실리카 증착을 실시한 보틀은 0.002~0.004cm³/pkg·24h로 산소투과성은 미증착의 1/22~1/11로 저하되었다.

각종 배리어 PET보틀은 산소·탄산가스 배리

[사진 1] 내면 플라즈마(SiOx=실리카) 증착이 실시된 해외 제품



어 이외에도 다양한 특성을 가지고 있다.

예컨대 내면 코팅 타입은 플레이버 성분의 흡착량이나 수지에서부터의 저분자 성분의 용출을 방지할 수 있기 때문에 각종 배리어 보틀의 특성을 충분히 파악한 후에 충전하는 내용물의 pH·성상·충전온도 등에 맞춰 적용을 선택하는 것이 중요하다.

2. 내면 플라즈마 증착설비 도입 배경

이번에 동사가 내면 플라즈마 증착설비를 도입한 독일의 KHS Plasmax사는 2004년에 내면 플라즈마 증착기(Plasmax)의 설비 생산·판매

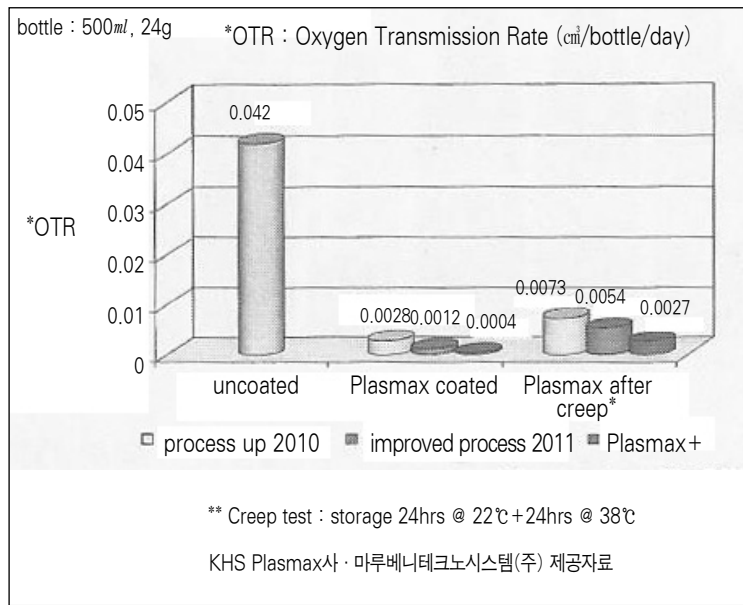


[표 3] 다른 배리어 PET와의 비교

구분	카본 증착	Plasmax	(동사 구입) Plasmax Plus
산소배리어	10배 이상	10배 이상	10배 이상
내용물성	pH7 이하	pH4.5 이하	pH8 이하
외관	연갈색 투명	무색 투명	무색 투명
보틀과 액체의 접착	코팅으로 액체 접착 없음	코팅으로 액체 접착 없음	코팅으로 액체 접착 없음
리사이클 적성	OK	OK	OK
충전온도	85℃ 이하 가능	50℃ 이하 가능	85℃ 이하
최대 용량	1,500ml 이하	1,500ml 이하	※ 1,800ml 이하

※형상에 제한 있음

[그림 1] 산소배리어성



제1세대 Plasmax는 원래 맥주 PET로 개발된 것으로, 높은 배리어성을 가지고 있지만, 충전온도(50℃ 이하) · pH값(4.5 이하)에 제한이 있으며 그 제한을 넘기면 피막이 벗겨져 배리어성이 저하한다.

그 때문에 충전된 내용물에 제한이 있었다.

그 후 제2세대로써 Plasmax Plus가 개발되었고, 용도의 확장이 예상돼 설비 도입을 검토하기 시작했다.

개발된 Plasmax Plus를 다른 배리어 PET(카본 증착,

를 개시하였다.

일본을 포함한 독일 · 아프리카 · 스위스 · 벨기에 · 폴란드 · 터키 등 세계 각국을 대상으로 총 15대의 판매 실적이 있다. 맥주를 비롯해 와인 · 리큐르 · 고급 오렌지주스 · 탄산수 등에 사용되고 있다(사진 1)).

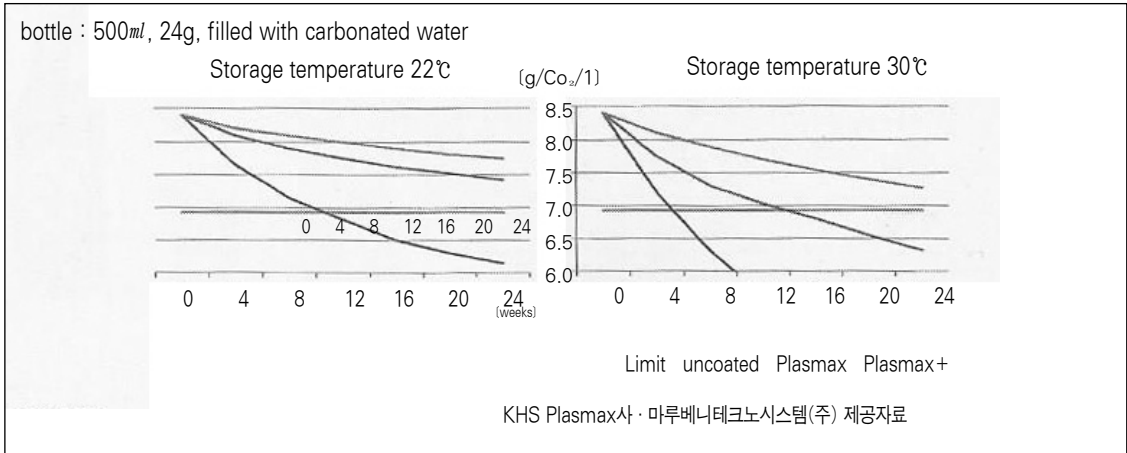
일본에서는 식용유 · 와인 등에 사용되고 있다.

Plasmax)와 비교했다([표 3]).

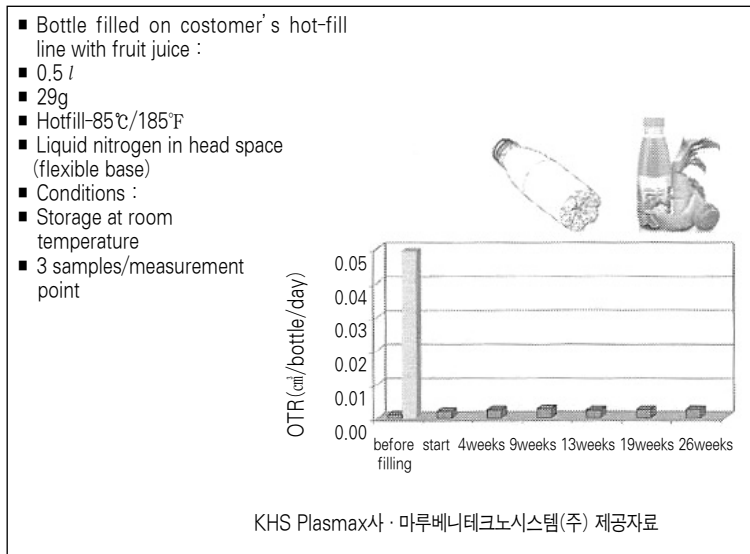
카본 증착과의 차이는 외관 · 최대 용량에서 우위성이 있다는 것이다.

Plasmax와의 차이는 내내용물성 · 충전온도 · 최대 용량에서 우위성이 있다. 이러한 우위성이 내면 플라즈마(SiO_x=실리카) 증착설비, Plasmax Plus 도입의 계기가 되었다.

[그림 2] 탄산가스배리어성



[그림 3] 내열성



(PICVD : Pulse Imposed Chemical Vaporized Deposition).

Plasmax는 2종류 가스의 2층 코팅(증착층(AD)과 배리어층(Si실리카층))으로, Plasmax Plus는 3종류 가스의 3층 코팅(증착층(AD)과 배리어층(Si실리카층)+툽층)으로 개량했다. 이로 인해 Plasmax Plus는 산소배리어성 · 탄산가스배리어성 · 내열성 · 내용물성 등이 크게 향상했다.

3. Plasmax Plus 설비 개요와 특성

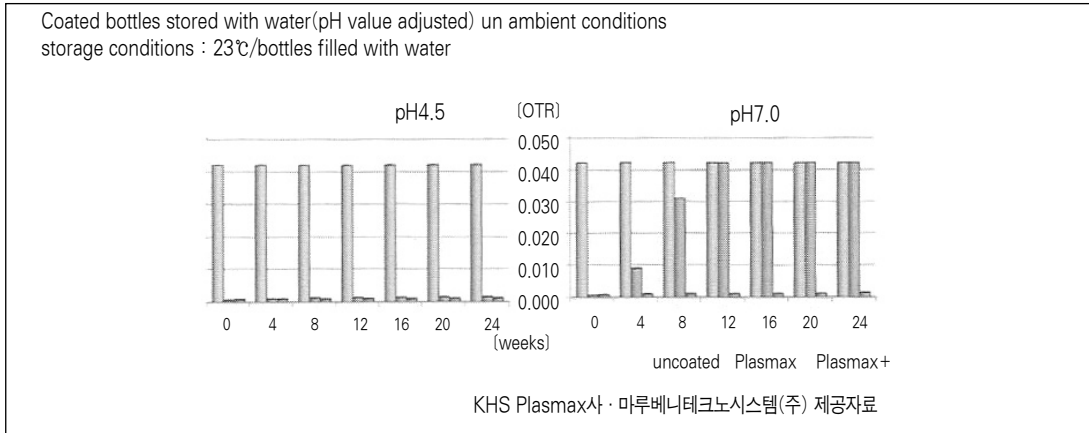
증착 프로세스는 챔버 안을 충전 상태로 하고, 가스를 보틀 안에 공급한 후 펄스형 마이크로파로 피막을 보틀의 내면에 증착하는 것이다

1) 산소배리어성이 향상했다([그림 1]).

단체 PET보틀에 비해 산소배리어성이 10~40배가량 된다(※ 1l 이하, 40배). 보틀의 사이즈 · 형상에 따라 바뀌지만, 보틀 용량이 크게 되면 내용물에 대한 상대적 비표면적은 작아



[그림 3] 내용물성



지기 때문에 단위 용량당 투과율은 내려간다.

2) 탄산가스 배리어성이 향상했다((그림 2)).

3) 내열성이 향상했다((그림 3)). 85℃ 충전 후, 보존 후 6개월이 경과해도 산소투과율에 큰 변화가 없었다.

4) 내내용물성이 향상했다((그림 4)).

pH4.5 이하 내용물의 산소배리어성은 Plasmax · Plasmax Plus 모두 큰 차이가 없었고 배리어성에도 문제가 없다.

pH7 내용물의 산소배리어성은 4주를 지난 즈음부터 차이가 생겼다.

Plasmax Plus는 pH7의 내용물에도 변화가 없고, 배리어성을 유지하고 있다.

내면 플라즈마(SiOx=실리카) 증착의 특성으로써는 ① 산소배리어성, 가스배리어성, 수증기 배리어성, 보일에서부터의 용출 방지, 내용물의 플레이버 성분의 흡수착 · 분산방지 ② 유통기한 연장 · 품질 유지 ③ 무색 투명에 의한 내용물 적성이 있다. 나아가 Plasmax Plus는 위의 1)~4)가 향상되었다.

4. 배리어기능 PET보틀의 미래 전망

앞에서 설명한 것처럼 PET보틀은 리캡성 · 가벼움 · 투명 · 쪼개지지 않음이라는 뛰어난 특성이 있다.

여기에 배리어 기능이 부가됨으로써 용도가 서서히 확장되고 있다.

배리어 기능을 부가하는 것으로 보틀의 박육화에 의한 환경 대책(CO₂ 삭감)이나 내용물의 품질 유지 · 유통기한의 연장도 도모된다.

앞으로 더욱 용도가 확대될 수 있을 것으로 보인다. ☐

신제품 및 업체 소개
월간 포장계 편집실
(02)2026-8655~9
E-mail : kopac@chollian.net