

Understanding Ozone Generator for High Performance Pouches

## 고성능 파우치를 만들기 위한 오존발생장치의 이해

### Writer

유정 권

팩티브코리아 이사

### Contents

- I. 서론
- II. 오존 제너레이터의 구성
  - 1. 고주파 및 고정밀 발생기
  - 2. 고전압 변압기
  - 3. 오존발생장치
  - 4. 오존도포장치
- III. 오존의 장점
- IV. 오존도포장치의 설치 위치
- V. 보다 향상된 압출코팅분야를 위한 제안

### I. 서론

일반적인 산업 프로세스에 다소 이용하는 가스 중에 오존이라는 가스가 있다. 오존은 산소 원자 3개로 구성돼 상온 대기압에서 푸른빛을 띠는 기체로, 영하 112℃ 이하에서는 검푸른 액체로 변화되며, 영하 193℃ 이하로 내려가면 고체로 되는 물리적 특성을 가지고 있다.

오존은 쉽게 분해가 되는 불안정한 특징을 가지고 있어 산소로 쉽게 분해되려는 성질을 가지고 있으며, 이러한 성질은 온도가 올라갈수록 그리고 압력이 낮아질수록 강하다.

이런 오존이 보유하고 있는 강력한 산화력은 물속 박테리아를 살균하는 용도 및 악취 제거와 같은 용도에 유용하게 사용되고 있다.

오존은 1785년 네덜란드의 화학자 Martinus Van Marum이 물 위에 고전압 스파크를 이용한 실험에서 무색의 가스에 이상한 냄새를 맡으며 어떤 가스가 있을 것으로 생각하면서 시작되었다. 이후 크리스티안 쇤바인이 1839년 기체에서 오존을 분리해 내면서 오존이라는 이름을 지었다. 오존은 ‘냄새가 나는’이라는 뜻의 단어 ‘Ozein’에서 비롯됐다. 1856년 Jacques-Louis Soret이 결정, 1867년 쇤바인이 확인했다.

플라스틱을 이용해 컨버팅하는 연포장산업에서는 오존을 이용하여 필름 및 종이로 압출되는 플라스틱의 결합력을 올리는 목적으로 사용되고 있다. 미래의 압출 및 코팅산업에서 다양한 수지와 공압출의 필요가 더해지면서 오존 부분이 더욱더 필요해지는 시대로 나아가고 있다.

다음에 미국 표면처리기의 선두업체인 에너콘(Enercon)사의 오존 제너레이터(Ozone Generator) 구성과 오존이 어떤 부분에 도움을 줄 수 있는지, 또 오존 제너레이터 내 오존도포장치(Ozone Applicator)의 설치 사례와 압출에 필요한 기술 향상을 위해 필요한 것 등을 중심으로 소개한다.

## II. 오존 제너레이터의 구성

오존 발생기(Ozone Generator)는 정밀고주파를 발생하는 고주파발생기와 저전압, 고전류 형태의 전기를 고전압, 저전류로 변환하는 고전압 변압기(High Voltage Transformer), 고농도오존을 발생하는 오존셀(Ozone Cell), 오존을 압출 금형(Extrusion Die)과 래미네

이터(Laminater) 부분에 설치하는 오존도포장치(Ozone Applicator) 등으로 구성된다.

### 1. 고주파 및 고정밀 발생기 (High Frequency and Precision Generator)

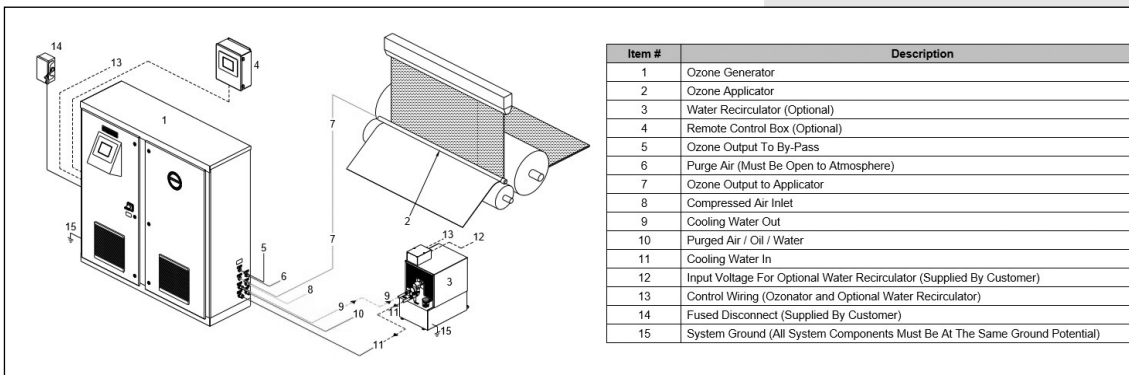
오존을 공기 중에 추출하기 위해 전기와 공기 및 물을 사용해 오존을 변환시키는 원리는 일반적인 오존을 추출하는 방법보다 정밀하다. 미국의 Enercon사에서 개발한 방법은 관리가 가능하고 고효율 오존을 발생시킬 수 있다.

먼저 고주파 발생기는 많은 양의 오존을 생성하기 위해 중요한 전기장치로, 공장으로부터 들어오는 220V, 380V, 60Hz의 전기를 고주파 형태의 전기로 만드는 장치이다. 공장으로부터 공급받은 저주파 전기를

우선적으로 직류 형태로 변환시키는 작업이 중요하며, 이 직류의 형태는 얼마만큼 균일하고 정밀한 직류를 만들 수 있는가에 따라 고주파를 만들 수 있기 때문에 고정밀 직류소자의 선정이 중요하다. 정밀한 직류를 변환시킨 다음, 균일한 직류 파형의 전기를 높은 주파수의 고주파회로에 의해 정밀하고 높은 고주파를 만들게 된다. 이후 오존 생성에 있어서 핵심인 오존 셀(Ozone Cell)에서 다량의 공기 유입 시 변환되는 유전율에 따라 이 고주파의 주파수가 변환돼 공기의 양에 따라 요구되어는 오존의 양이 변환되는 원리가 이 장치의 핵심이라 할 수 있다.

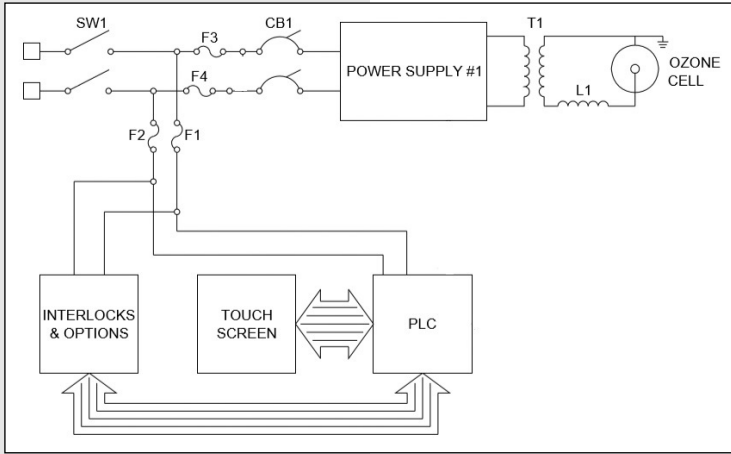
고주파는 이후 승압트랜스와 방전구간과의 유전율에 따라 변환되는 시스템이라 변동형 주파수로서 변동형 고주파를

[그림 1] 오존 제너레이터의 구성도

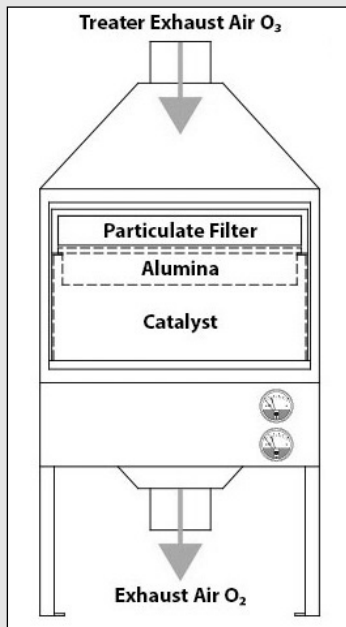


[자료 : Enercon]

[그림 2] 오존발생장치의 개략도



[그림 3] 오존파괴장치의 개략도



생성시키게 된다. 이렇게 만들어진 고주파는 고주파 제너레이터에서 승압 변압기로 보내지게 된다.

## 2. 고전압 변압기(High Voltage Transformer)

대부분 알고 있는 변압기의 중요한 부분과 같이 공급받은 전기를 높은 전기로 변환할 때에 발생하는 전기의 손실 부분에 대한 설계도 중요하지만, 더욱 중요한 것은 고주파의 주파수 형태의 전기를 문제없이 균일하게 주파수를 전달하며 전기의 전압을 올리는 부분에 맞춰 특수 설계된 승압 변압기가 필요한 것이 핵심이다.

기존 변압기는 낮은 전압에 사용되기 때문에 기술적 부분이 크게 중요하지 않아 보이지만, 전기를 승압, 그것도 고주파 승압은 기초 기기와 관련된 기초연구분야이며, 이 변압기의 중요성은 고주파 발생기와 오존 셀에서의 중간 기준점이 된다. 이 때문에 2개 장치에 대

한 디자인 튜닝작업에만 수십 년의 노력이 필요할 만큼 중요한 분야로 여겨지고 있다.

다시 말해 승압 변압기는 제너레이터에서 공급받은 저전압 고전류 형태의 전기를 고전압 저전류 형태로 변환하는 장치로, 이 기기에 사용되는 특수 코일에 의해 전기적 손실, 열의 손실을 최대한으로 줄이는 특수 재질로 사용되고 있다. 이 기기에서 이후 오존발생시스템으로 고전압 고주파수 저전류 형태로 전기를 공급하게 된다.

## 3. 오존발생장치(Ozone Generating Device)

오존이란 앞서 말한 가스의 형태로 대기 중에 존재한다. 그것도 쉽게 분해가 되기 때문에 오존을 만드는 과정 또한 일정한 조건이 필요하다.

간단히 오존의 향만 풍기는 오존 발생기는 압출프로세스에서 사용될 수 없다. 압출과정에서 금형에서 나오는 폴리머의 온도에 의해 대부분이 파괴되기 때문이다. 고순도 및 고용량의 오존만이 압출되어 나오는 폴리머에 도달해 산화의 작용을 일으키고, 연포장 공정에서 요구되는 접착력 향상 및 압출

온도를 낮춰 공압출의 프로세스 작업으로 보다 높은 생산성 및 품질 향상 그리고 원가 절감의 핵심을 이룰 수 있다.

다시 말해 오존발생장치는 고주파발생장치에서 만들어진 저전압 고전류의 고주파 전기를 고정밀 승압 변압기부터 공급받은 후 이 전기를 오존발생기로 공급한다.

오존발생기에서는 고순도 코로나 방전을 일으키는 특수 장치에 전기를 공급함과 동시에 공기압축기(air compressor)로부터 공급받은 건조된 공기를 낮은 압력의 공기 형태로 변환하고, 또한 공기의 부피 양을 증가시켜 많은 오존을 생산할 수 있도록 유도한다.

압력은 낮고, 속도도 낮은 부분으로 변환시켜 오존발생장에 공급되고, 이 고순도 오존

을 만들기 위해 코로나 방전으로 발생하는 열을 낮추기 위해 냉각수가 공급되는 특수시스템으로 이루어져 있다.

고순도 오존에 의해 최종 제품에 사용되는 목적에 부합하는 결과를 얻을 수 있어 공기의 순도 및 습도에 따른 이슬점(dew point) 모니터링이 요구된다.

이슬점 -60에서 건조된 공기는 고주파 코로나 방전으로 순수한 보라색 불꽃을 만들고, 이 과정에서 다량의 오존이 생성되는 원리의 결과이다.

이 오존발생과정은 공장 자동화(Program Logic Control, 이하 PLC)에 의해 작동되고, 안전장치와 연결해 작동돼야 한다.

[그림 2]와 같이 PLC의 Control Logic으로 생성된 오존은 압출 분야에 필요한 고순도 고용량

의 오존을 만들어 이후 압출다이에서 나오는 폴리머로 보내지는 도포장치로 이송된다.

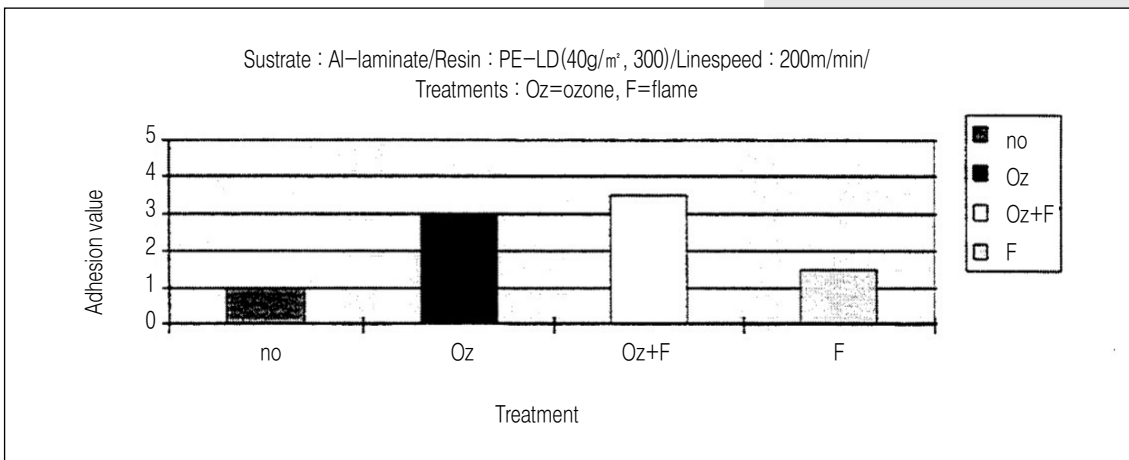
#### 4. 오존도포장치(Ozone Applicator)

오존을 폴리머에 도포하는 중요한 장비로, 고온의 폴리머가 흘러나오는 압출금형 앞에 설치돼 온도에 따른 변위를 최소화 하게끔 설계돼야 한다. 이 도포 과정에서 압출폴리머의 흐름을 방해해서는 안 되며 금형에서 나오는 폴리머를 균일하게 산화시켜야 하는 등 부가적 기능을 갖춰야만 한다.

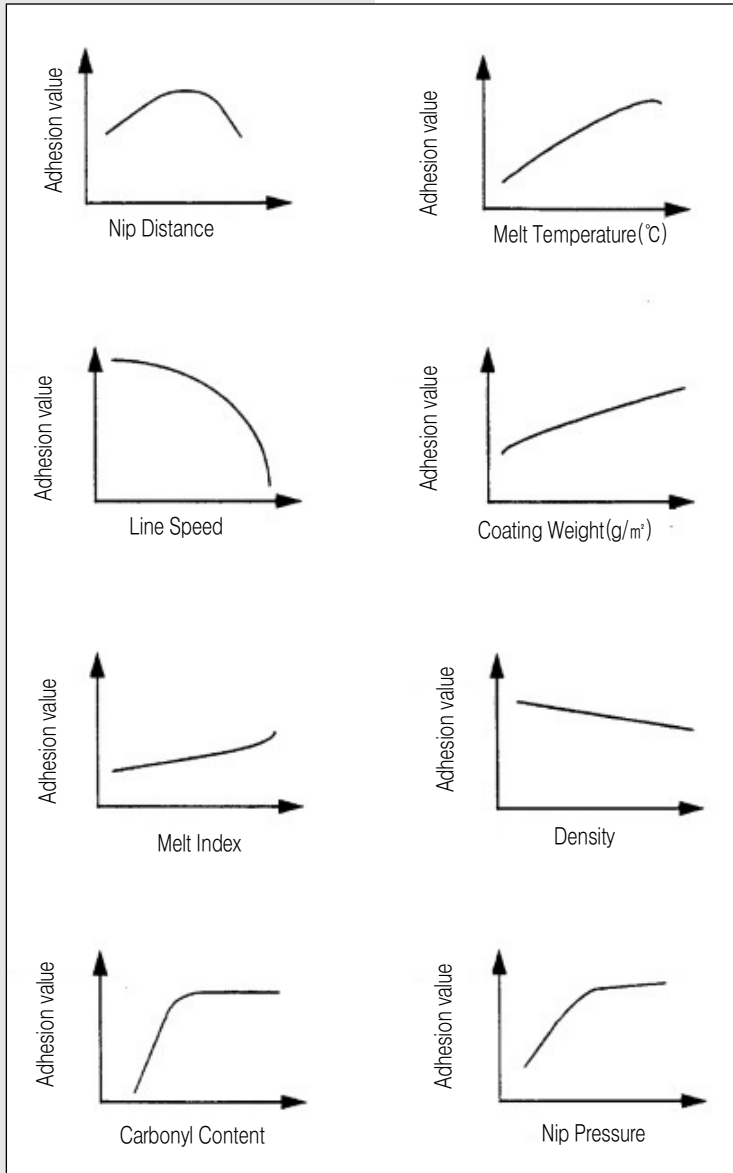
즉 오존도포기라고도 불리는 이 장치는 고농도 오존을 압출금형에서부터 나오는 폴리머에 도포한다.

압출코팅폭에 따라 도포 길이

[그림 4] AL-라미네이트와 PE-LD 사이의 접착에 대한 사전 처리 효과



[그림 5] 접착력에 영향을 미치는 요인



를 조정해 사용할 수 있고, 압출라인이 가동되지 않을 때에는 오존발생기에서 만들어지는 오존을 폴리머 산화작용을 하는 공정이 아닌 다른 곳으로 이송하는 오존과괴장치를 설치하기도 한다.

### III. 오존의 장점

오존을 압출코팅부분에 사용하면 폴리머 종류에 따라 상이 하지만 일반적으로 코팅두께를 낮게 해도 요구되는 접착력을 구현할 수 있다. 작업온도

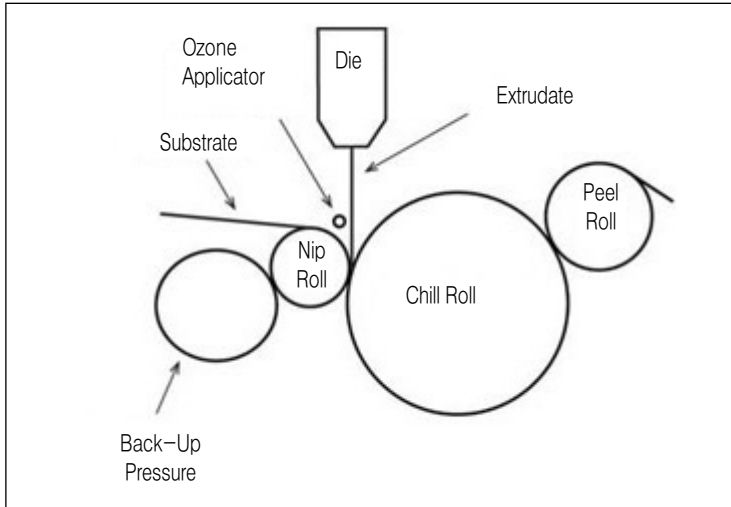
를 낮춰 작업할 수 있고, 라인 속도를 향상시켜 생산성 향상에도 도움이 된다. 또한 Nip Roll과 Nip Distance의 조정에도 도움을 줄 수 있는 등 다양한 장점이 존재한다.

핀란드의 Erkki Laiho의 Fame, Corona, Ozone에 관한 자료에서 접착력과 물리적 요소의 변동과의 관계를 참조하길 바란다. 이 연구자는 오존의 영향이 있다는 것을 [그림 4]의 실험 결과로 말해주고 있다. 오존발생장치는 압출코팅분야에서 다음과 같은 장점을 발휘할 수 있다. 보다 정확한 자료는 실험에 의해 작업 응용분야에 따라 필요한 부분별로 논의될 수 있다.

압출코팅 분야에서의 오존의 장점

- ① Reduce coating weight
- ② Reduce melt temperature
- ③ Improve adhesion
- ④ Increase line speeds
- ⑤ Optimize melt stability and neck-in
- ⑥ Improve heat seal characteristics
- ⑦ Reduce odor and off-taste
- ⑧ Decreased the moisture on the film

[그림 6] 오존도포장치의 개략도



[자료 : Enercon 자료 참조]

오존필요량 계산 공식 = 압출  
금형 폭 × 오존도포기의 수량  
× 라인속도

기술적 자료는 각 장치별로 각 상  
수부분이 따로 계산해야 한다.

오존이 압출프로세스에 도움  
을 주는 이유는 압출 폴리머에  
따라 산화를 일으키는 이유에  
의해서 접착력의 향상을 가져  
올 수 있기 때문이다.

폴리머의 산화를 인위적으로  
올릴 수 있는 다른 방법으로  
라인속도 즉 생산성을 감소시  
키는 방법이 있으며, 압출 금형  
에서 닙 롤까지의 에어 갭(Air  
Gap)을 상승하는 방법도 있지  
만 다른 역효과가 있어 정확한  
포인트를 잡기가 어렵다. 다른  
방법으로 압출 온도를 올리는  
부분도 있지만 오히려 접착

력을 감소시키는 경우가 발생  
될 수 있으며 폴리머가 저하되  
는 부분도 발생할 수 있다.

이처럼 물리적 요소로는 작업  
자가 원하는 결과 도출이 어렵  
기 때문에 오존발생장치가 공  
정에 도움을 줄 수 있음을 업  
계에서 이야기되고 있다. 특히  
테트라팩(Tetra Pack)과 같은  
접착제 없이 폴리머만으로 높  
은 접착력을 발휘하거나 폴리  
머의 취기시험(oder test)에서  
문제없이 작업되는 부분에 적  
용되고 있다.

#### IV. 오존도포장치의 설 치 위치

오존도포장치인 오존 어플리  
케이터(Ozone Applicator)는

오존발생장치로부터 공급받은  
오존을 압출금형에 오존을 균  
일하게 도포하기 위한 장치로,  
압출금형 폭에 따라 오존도포  
폭을 조정할 수 있는 구조를  
가지고 있어야 하며, 고온의 열  
에 의해 오존이 파괴되지 않게  
만들어져 있어야 한다. 또한 오  
존도포장치의 위치를 최적의  
위치에서 도포될 수 있도록 조  
절 가능한 구조로 되어 있어야  
오존 부분에 관한 접착력 상승  
및 압출온도를 낮게 하는 다양  
한 장점을 부가시킬 수 있다.

오존도포장치의 설치위치는  
기존 고안된 구성과 견비하여  
최적의 위치를 제안하는 유경  
험자의 조언이 필요하며, 단순  
하게 말할 수 없는 부분이라  
적합한 설치 위치에 관한 도면  
은 생략한다.

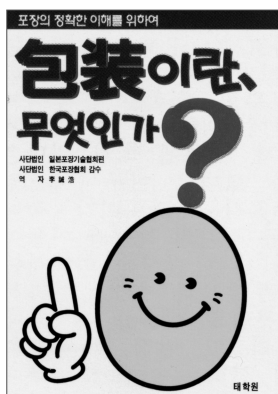
#### V. 보다 향상된 압출코팅 분야를 위한 제안

연포장재의 보다 향상된 압출  
코팅분야(Extrusion Coating  
Field)에 오존을 사용하면 생  
산성 향상, 압출온도의 감소  
등과 같은 에너지 절감 및 품질  
향상과 같은 다양한 장점이  
있어 지속적으로 요구가 늘어

날 것으로 예상된다. 필자가 보유한 압출과 관련한 수십 년의 경험에서부터 미루어 생각해보면, 오존발생장치는 현존하고 있는 다양한 문제를 해결할 수 있는 좋은 방법이라 생각한다. AC 프라이머를 도포하지 않은 상태에서 공압출로 보다 향상된 공장 환경을 만들 수 있고, 현재 파우더를 뿌려 공장을 밀가루로 비비는 일 없이 작업할 수 있기 때문에 보다 뛰어난 인재를 영입할 수도 있다. 또한 생산성이 향상돼 주간작업만으로 생산량을 늘려 공급할 수 있고, 직원의 삶을 보다 유익하게 만들 수 있다. 아울러 그러한 환경에

서 만들어지는 제품의 품질 균일도는 향상될 것이 틀림없다. 압출의 온도를 낮춰 에너지를 절감, 전기세 절약에 많은 도움을 줄 수 있으며, 압출금형에서 나오는 폴리머의 가스를 작업자가 흡입할 수 있다는 환경적 문제를 해결하는 데에도 도움이 될 수 있다. 공압출이라는 분야는 일반적으로 고가 제품 생산을 목적으로 한다고 알고 있지만, 원료의 절감방법을 이용해 일반 제품에 대한 적용보다 좋은 품질과 생산성이라는 부분에 도움을 줄 수 있다. 원가 절감 및 품질 향상에 도움을 줄 수 있기 때문에 일반적 제품에 적용되

는 부분이 오히려 넓게 이용되고 있다. 예를 들어 랩 필름(Wrap Film)의 경우, 저렴한 제품이라도 다층 구성으로 품질을 올려 고객이 요구하는 특성을 향상시키는 부분으로 응용되고 있다. 서멀 레미네이션(thermal lamination)부분 또한 공압출 기술을 응용해 보다 뛰어난 제품 및 생산성을 높이는 부분도 있다. 또한 고성능 파우치에 요구되는 산업의 필요에 따라 오존발생장치의 이해가 더욱 높아지고 있으며 이와 더불어 정전을 가하는 시스템과 함께 압출분야가 더 선진화되고 있다. [www.kopac.com]



## 서적 안내

### 포장이란 무엇인가?

국내 포장관련 업무 종사자들에게 길잡이가 될만한 신간 '포장이란 무엇인가'가 출간됐다.

포장의 역사와 일반적인 지식, 생활과 관련된 구체적인 사례를 들어 읽는 이로 하여금 쉽게 다가설 수 있게 했다. 한편, 대표적인 포장재료를 선정해 그 성질과 용도에 대해 설명했으며 포장전반에 관한 자료를 종합하여 정리하기도 했다.



(사)한국포장협회

· 가격 : 12,000원  
· 구입 문의

TEL: (02)2026-8655

E-mail : kopac@chollian.net