

알루미늄 진공 증착기술의 현황과 전개

전현수 / 롯데알미늄(주) 기술연구소 연구1팀 과장

목차

- 1. 진공증착의 역사
- 2. 진공증착 방식 및 원리
- 3. 증착막의 구조
 - 3-1. 증착속도
 - 3-2. 피증착 기재의 온도
 - 3-3. 입사방향
 - 3-4. 진공도
- 4. 증착막 두께의 검출 및 제어법
 - 4-1. 검출방법
 - 4-2. 조절법
- 5. 증착막의 두께 측정
- 6. 증착막 밀착력 변화 요인
- 7. 증착용 기재의 필요조건
- 8. 증착용 Primer
 - 8-1. 열가소성 수지
 - 8-2. 2액 반응 경화형 수지
 - 8-3. 기타수지
 - 8-4. 필름용 Primer의 Type
- 9. 증착필름의 특성
- 10. 증착가공
- 11. 증착필름의 라미네이트 가공
- 12. 증착필름의 종류(증착기재에 따른 분류)
- 13. 증착필름의 용도

1. 진공 증착의 역사

옛날부터 금, 은, 광(光)은 몸의 치장물로, 또는 많은 장식물의 주역으로 등장하여 신비스런 금속으로 끊임없이 동경되어 왔다. 따라서 인간들은 이것을 실로 뽑아 직물로 제작하는 것을 생각하였을 뿐 아니라 건조물, 조형물, 공예품 등에 광을 내는 목적으로 금과 은을 얇은 박으로 가공하는 것을 생각하였다.

이리하여 제박의 역사는 놀랍게도 화려한 장신구를 생산하는 수공업의 단계로부터 동력화 시기를 통해 Roll 압연식 AL FOIL 생산에 이르기까지 여러 시대에 걸쳐 변천이 계속되어 왔으며, 한편으로는 극소량의 금,

은으로 조형물의 표면을 얇게 도금하여 흡사 금박과 같은 장식 기술이 발명되기에 이르렀다. 이리하여 이런 장식 기술을 실용적 측면에서 활용하게 되었으며 또한 박의 용도도 장식 목적으로부터 탈피, 기능분야에까지 영역을 확대하기 시작하였다. 이러한 연구 노력의 역사적 배경에는 광(光)을 요구하는 문화가 존재하였다는 점이다. 확실히 금·은의 선호는 가치의 보장 목적 뿐만아니라 선망의 대상이었다.

이러한 계기로 마침내 1890년 에디슨이 진공중에 가열된 금속이 증발하는 것을 발견한 것이 증착 역사의 시초가 되었고, 연속적으로 필름에 증착하는 장치가 제작된 것은 1950

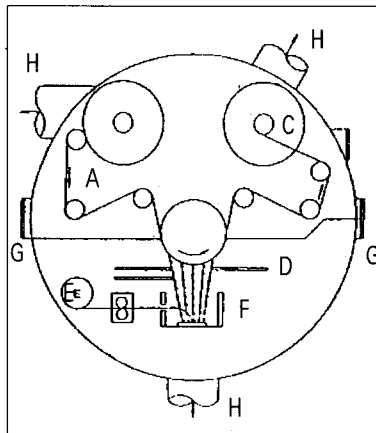
년경이다. 일본에서는 1959년에 최초로 가공되었으며, 국내에는 그 기술이 1970년대에 도입되어 현재 롯데알미늄, 선경, 서통, 대한은박, 삼진, 코오롱, 유상공업, 울촌, 삼민, 삼영, 세기마이크로 등에서 증착필름 및 증착지를 생산하고 있다.

또한 진공증착기 제조사로는 독일의 LEYBOLD사, 영국의 G.V.E사, 이태리의 GALILEO사, 일본의 ULVAC사 등이 있다.

2. 진공증착 방식 및 원리

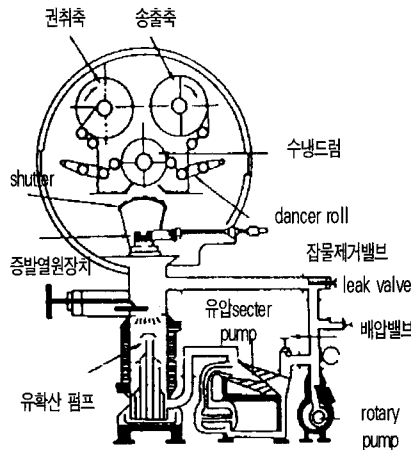
진공증착에는 반연속 방식(Semi-continuous -그림1)과 연속 방식(Continuous-그림2)이 있으며, 현재 필름의 진공증착으로 생산되는 것은 거의 반연속 방식이다. [그림1]은 반연속식 증착장치의 개략도를 나타낸 것이다. 이것은 송출(Unwinder)→증착(Metalizing)→권취(Rewinder)가 진공계 중에서 행하여져 증착 후에 대기압으로 증착 필름이 나온다.

[그림1] 반연속식 진공증착장치의 개략도

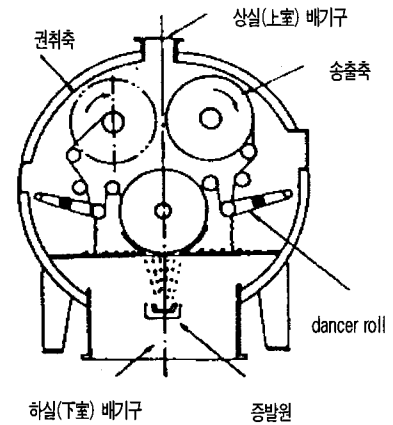


A: 폴립롤 B: 냉각드럼 C: 감음롤 D: 차단판
E: 알루미늄줄 F: 증발원 G: 투시창 H: 진공펌프들

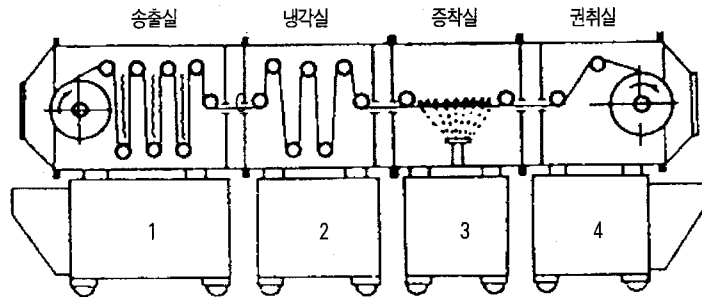
[그림1-1] 1 Chamber식 증착장치



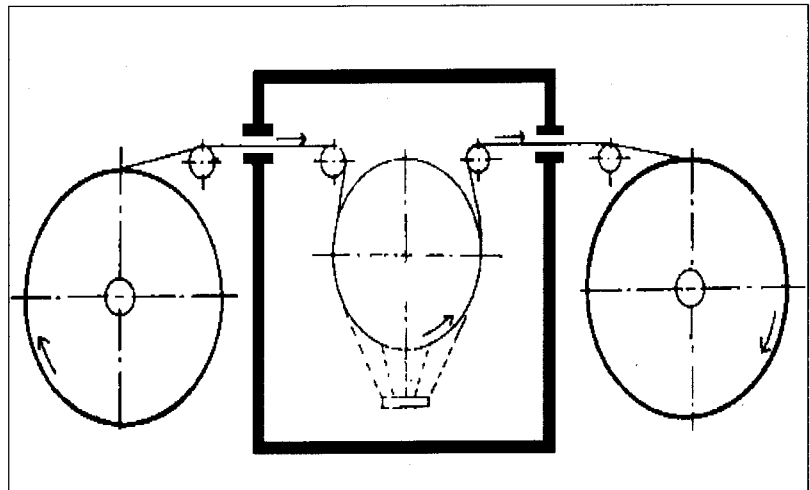
[그림1-2] 2 Chamber식 증착장치



[그림1-3] 4 Chamber식 증착장치



[그림2] 연속방식 진공증착장치



이에 비해 연속식은 [그림2]에서 보는 바와 같이 송출과 권취는 대기중에서 하고 증착만 진공 중에서 행하는 것으로 완전히 연속식으로 증착이 된다.

반연속 방식은 1챔버(Chamber) 방식(그림1-1)과 2챔버 방식(그림1-2), 4챔버 방식(그림1-3) 등이 있으며, 각기 사용하는 필름의 특성에 따라 구분된다.

여기서는 진공증착의 대표적인 것으로 2챔버 방식만 설명하기로 한다. 2챔버 방식은 상실과 하실로 구분되어 있는데 상실은 송출과 권취물을 장착하는 곳으로 진공도 10^{-2} Torr을 유지하여 필름 또는 종이 등 피증착 기재가 순간적으로 건조, 탈(脫) GAS되며 상하실 중앙의 냉각물에 밀착된 피증착 기재는 Slit를 통하여 하실로 들어간다. 하실은 10^{-4} Torr의 고진공하에서 열원으로부터 알루미늄 입자가 증발하며 이때 원자가 자신이 가진 열에너지에 의해 비산되어 기재에 열을 빼앗기면서 부착응결하여 금속색을 나타내어 층을 형성한다.

증발 열원장치는 [그림3] [그림4] [그림5]와 같이 저항 가열방식과 고주파 유도 가열방식, 전자 빔 가열방

[표1] 각종 증발원과의 비교

구분	저항가열방식	고주파가열방식	전자빔 가열방식
적합한 증발물	Al, Ag, Ni, Cr, Cu	Al, Cu, Ag	In ₂ O ₃ , Sn O ₂ , Si, Al ₂ O ₃ , Ta, W, Ni, Fe, Ti
증발속도의 안정성	안정	안정	약간 불안정
증발까지의 시간(워밍업)	5분	10분	10분
증발원에서 나오는 가스	소	소	없음
입자의 운동에너지	0.1~1 eV	0.5~1 eV	0.1~2 eV
조작성과 작업성	약간 용이	약간 용이	약간 어려움
증발원기구	간단	약간 복잡	복잡
경상비	1	0.5~0.6	0.4
최초 경비	1	1.9	2.0
소비절약	1	0.75	0.5
소비냉각수	1	1.25	0.8

식 등이 있으며 각종 발원과의 관계는 [표1]과 같다.

저항 가열방식은 비교적 소량의 증발 밖에 되지 않는 직접 통전가열과 다량의 증발을 행하기 위해 증발 물질을 도가니에 넣는 복사가열로 크게 구분할 수 있다.

고주파 유도 가열증발원은 승온이 빠르고, 불순물의 혼입이 적고, 피막 형성이 적은 것 등의 장점이 있는 반면 유도코일이 점유하는 공간이 크고 전원설비가 대규모이므로 이 방식은 비교적 대형기의 증발에 사용된다.

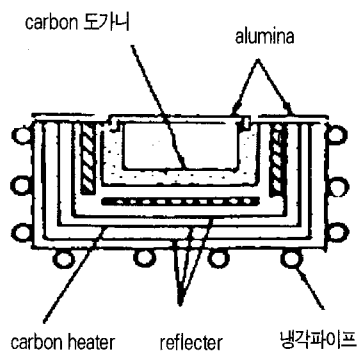
이와 같은 방식에 의하여 진공증착 필름은 금속 등을 진공중에 가열

증발하여 그 증기를 냉각된 필름의 표면에 응축 결정시켜 박막(400~600Å)으로 형성된다.

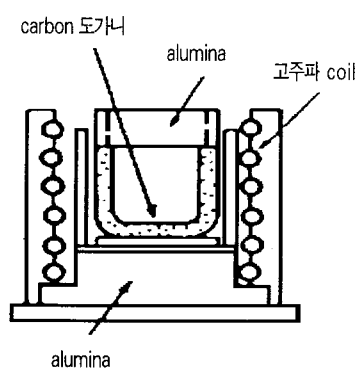
플라스틱 필름을 진공조 내에 투입, 진공조를 상부와 하부로 나누어 상부는 10^{-2} , 하부는 10^{-4} Torr까지 감압시킨 상태에서 증발원 안에 담아 두고 고순도 알루미늄(순도 99.99)을 고주파 유도방식을 사용하여 1,450°C 정도로 가열하면 증기가 발생, 플라스틱 필름상에 응착되게 된다.

참고로 증착금속으로는 알루미늄 외에 아연, 동, 금 등이 있으며 고진공을 사용하는 이유로서는 대기(760mmHg)중에 알루미늄을 가열하

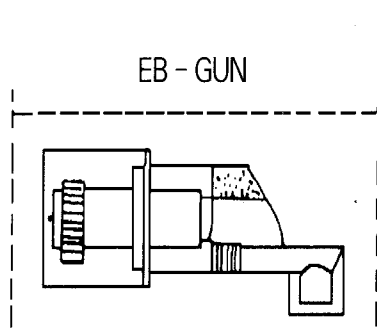
(그림3) 저항 가열방식



(그림4) 고주파유도 가열방식



(그림5) 전자빔 가열방식



면 즉시 알루미늄이 필름에 액화되지 못하고 안에 있는 기체분자와 충돌하여 큰 입자로 변해 에너지를 상실함으로써 떨어지게 된다. 그러므로 10^{-4} Torr정도의 고진공 내에 있으면 충돌하는 기체가 거의 없이 필름에 부착되어 화려한 금속 광택을 지닌 증착필름이 된다. 일반적으로 필름 표면에 $400\sim 600\text{\AA}$ ($\text{\AA}=10^{-8}\text{cm}$)의 알루미늄막이 형성된다. 그렇지 않으면 진공조 내에는 일면 금속입자(알루미늄, 아연, 금, 은)가 부착되므로 고가인 금의 경우는 손실률이 크므로 증착 필름의 가격이 높아지게 되는 것도 고려해야 한다.

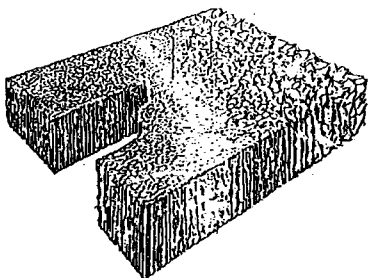
3. 증착막의 구조

증착막의 구조는 증착속도, 피증착기재의 온도, 입사방향, 진공도 등의 조건에 따라 현저히 달라지는데 증착막의 구조는 (그림6)과 같다.

3-1. 증착속도

증착속도의 변화에 따라 증착물질의 입사 입도가 변하며, 박막의 평균 후도가 동등하더라도 증착막의 구조는 현저히 달라진다. 입사 밀도가 적으면 입자가 거칠고 공극이 많은 막

(그림6) 증착 알루미늄 막의 구조



이 되며 입사 밀도가 크면 격자 결합이 많다.

3-2. 피증착 기재의 온도

온도는 증착막의 미세 구조에 직접적으로 관계되는데 온도가 낮으면 결정핵으로부터 미결정이 성장하여 동상조직이 되며 표면이 거칠게 되고, 온도가 높아짐에 따라 주상(柱狀)조직이 되어 표면이 평활하게 된다. 고온이 되면 결정이 성장하여 재결정을 일으켜 등근립(粒)의 등축립조직이 된다.

3-3. 입사방향

피증착 기재 표면과 입사 원자의 방향과 각도가 클 경우 결정립(粒)의

크기가 증대함에 따라 입사 원자는 입자의 연면(沿面)운동으로 밖에 도달될 수 없다. 그 결과 막표면의 요철이 심해질수록 입자의 성장은 원자의 방향으로 기운다.

3-4. 진공도

상대적으로 저진공일 때는 증착원자의 평균자유행정(平均自由行程)에 비하여 증착거리가 긴 것처럼 되어 매상(煤狀)의 거친 면이 형성되어 금속 광택이 떨어진다.

4. 증착막 두께의 검출 및 제어법

4-1. 검출방법

증착된 연속체가 권취되기까지의

(표2) 각종 증착막의 두께 측정법

(형상에 따른 두께 측정법)

측정수단	측정법	측정범위	감도	비고
기계적방법	측침법	$0.1\mu <$	0.1μ	
광학적방법	조반(線返)	$100\text{\AA} \sim 2\mu$	20\AA	단색광
	반사간섭법			
	등색차수 간섭법			백색광
	간섭현미경법	$\lambda / 40 <$	200\AA	2광선의 간섭

(질량에 따른 두께 측정법)

질량측정	화학천평법	$0.1\mu <$	10^{-4}g	
	마이크로천평법	$10\text{\AA} <$	$\sim 1\text{\AA}/\text{cm}^2$	
	수정진동자법	$< \mu$	5	\AA 증착중
원자수측정	비색법	$50\text{\AA} <$	10\AA	박막을 용해
	형광X선법	$30\text{\AA} <$	1%	조성비
	방사화학분석법		수%	중성자조사
	이온전류법		$< 1\text{\AA}/\text{Sec}$	증발중

(물성에 따른 두께 측정법)

광학적 방법	간섭색법		$\pm 20\text{\AA}$	투명체
	광전측정법		$\lambda / 300$	
전기적 방법	전기저항법	$< \mu$	1%~	도체체
	Hole전압법			도체체
	전류법	$50\text{\AA} <$		도체체
	전기용량법	$100\text{\AA} <$	$\approx 1\%$	절연체

사이에 금속면에 접하는 금속 Roll을 2분 설치하여 이 2분(本)의 Roll과 증착된 금속면이 형성하는 회로에 전류를 흘려 그 저항을 측정하는 방법으로 관리한다.

문제점으로 여기에서 얻어지는 저항치는 피증착물의 폭 전체에 대한 평균치를 나타내는데 불과해 폭 방향의 불균형은 전혀 검출 불가능하므로 속련에 의해 육안으로 검출하든가 광전관을 폭 방향에 적당한 수로 배열시켜 검출하든지 하는 방법이 있다.

4-2. 조절법

▲ 폭방향의 불균형

개개의 가열원에 흐르는 전류를 조절해서 부여되는 POWER를 증감함으로써 증발량을 조절하는 것인데, 광전관을 가열원과 조합시키는 것에 의한 측정치로 Feed Back시켜 자동적으로 증발량을 조절하는 것도 가능하다.

▲ 기계 방향의 조절

피증착체의 주행속도를 변화시키는 방법과 가열원의 POWER를 증감시켜 조정하는 방법 두 가지가 있으며, 후자를 일정하게 유지시키고 전자로 조절하는 방법이 좋다.

5. 증착막의 두께 측정

증착 필름의 특성을 규정짓는 기초가 되는 것은 증착막의 두께인데 측정 방법으로는 통일된 것이 없고, 측정방법에 따라 그 수치는 다르게 나타난다.

[표2]는 형상에 따른 두께측정법, 질량에 따른 두께측정법, 물성에 따른 두께측정법이 열거되어 있는데, 단위로는 Å 표시 이외에 전기 저항치

로 표시하거나 광학적 농도치 또는 광선 투과율로 표시하기도 한다.

증착막의 두께는 아주 얇아 300Å 전후이므로 기계적으로 측정하기는 곤란하며, 전기저항을 측정하여 AL의 비저항으로부터 후도를 계산해 내는 방법이 일반적이다(JIS C2316).

6. 증착막의 밀착력 변화요인

▲ Base Film에 의한 변화

가소제, 첨가제 등이 bleeding되어 나와 부착 강도를 저해할 수 있다.

▲ 증착막 두께에 의한 변화

통상 400Å~600Å의 두께가 일반적이며 특수한 경우 700Å~900Å의 두께로 증착할 수 있는데, 일반적으로 증착막의 두께가 두꺼우면 두꺼울수록 부착 강도는 떨어진다.

▲ 후가공시의 접착제에 의한 변화

• 접착제의 희석에 의한 변화

접착제의 종류에 따라 알루미늄의 분자간으로 들어가 악영향을 미치는 수가 있다.

• 접착제의 종류에 의한 변화

통상 가장 큰 요인으로 작용하므로 접착제 선정에 매우 유의해야 하는데, 비교적 폴리에테르계보다는 폴리에스테르계가 더 좋다.

• 접착제 코팅량에 의한 변화

증착 필름의 부착력은 통상 금속 분자와 Base Film과의 흡인력에서 나오는 것이며, 증착 필름이 다른 필름과 복합화된 후 단면 등으로 증착막과 Base Film 사이에 수분이 들어가면 분자간의 흡인력이 없어져 현저하게 증착 부착력이 저하된다.

7. 증착용 기재의 필요조건

▲ 탈(脫) Gas가 적을 것

수분, 잔류용제, 미반응 Monomer, 각종 첨가제(가소제, 안정제, 자외선 방지제)는 진공도를 약화시켜 증착 속도의 저하 및 증착막의 광택, 밀착력을 저하시킨다. 수분 함유율은 일반적으로 3% 이하이다.

▲ 증착 금속(Al)과 부착성이 좋을 것

증발원에서 비산되는 증발원자의 에너지가 작기 때문에 기재의 상태에 따라 밀착력이 좌우된다. 대표적인 예로서 비극성 올레핀(Olefin)계 필름은 밀착력이 나쁘다.

▲ 증착중의 복사열에 의한 열쇄(熱歪)가 없을 것

증착기재는 냉각되면서 증착되지만 복사열, 증발잠열로서 약 100°C 정도의 열을 받게 되기 때문에 내열 온도가 낮은 기재는 금속 광택이 저하되는 경우가 있다.

▲ 적절한 기계적 강도를 가지고 있을 것

▲ 적절한 표면 Slip성이 있을 것
진공중에는 기재간 완충재 역할을 하는 공기가 없어 Slip성이 나쁘게 되므로 표재간의 미끄럼 마찰계수는 0.3~0.5가 가장 이상적이다.

▲ 편육, 이완 등이 없을 것

앞의 이유 때문에 진공중일 때는 한층더 편육, 이완 등의 영향이 두드러지므로 정상적인 권취가 곤란하여진다.

특히 원단의 폭이 크거나 권취 길이가 길 경우 중요한 Point로 작용한다.

8. 증착용 Primer

Primer에 사용되는 수지의 Style은 용제형, 수성형, non-solvent형이

있다. 일반적으로 용제형을 많이 사용하고 있으며 1액 락카형과 2액 반응 경화형으로 구분된다.

수지로는 Acryl계, Cellulose계, 염화 Vinyl계, Urethane계, Polyester계 등이 일반적으로 광범위하게 쓰인다.

8-1. 열가소성 수지

▲ Acryl수지

각종 Monomer 조성 변경이 가능하며, 여러 가지의 공중합물로서 Tg가 다른 Type이 얻어지므로 각종 성능의 것이 얻어진다.

▲ Cellulose수지

Cellulose Ester, Cellulose Eter계가 있으나 단독 사용의 경우는 그다지 없고, 타수지와 병행하여 사용하는 경우가 많다. 이것은 내열성을 향상시키는 수지로 이용하며 아주 효과적이다.

▲ 염화 Vinyl수지

염화 Vinyl과 기타 수지와의 공중합물이 사용되는 경우가 많으나 내열성이 떨어지기 때문에 약간의 문제점이 있지만 염화 Vinylidene과의 공중합물로서 내습, 방습성에 좋은 효과를 얻을 수 있다.

▲ Urethane수지

가요성(可撓性)을 요하는 용도에 적합하며 1액형 Urethane수지는 내열성 면에서 볼 때 분자량이 높은 Type을 사용하지 않으면 안되기 때문에 코팅시 Primer중의 수지 함율이 낮아져 버리는 경향이 있어 도포량이 적어지고 증착 마무리 효과가 나빠지는 경향이 있으나 일반적으로 타수지와 병행 사용하는 경우가 많다.

▲ Polyester수지

이 수지도 Urethane수지와 마찬가지로의 경향이 있기 때문에 타수지와 병용하는 경우가 많다.

8-2. 2액 반응 경화형 수지

열로서 반응 경화하는 Type과 Isocyanate에 의한 경화 Type의 반응 Mechanism이 있는데 증착용 Primer는 열가소성형보다 이러한 각종 경화형 수지 쪽이 더 많이 사용되고 있다.

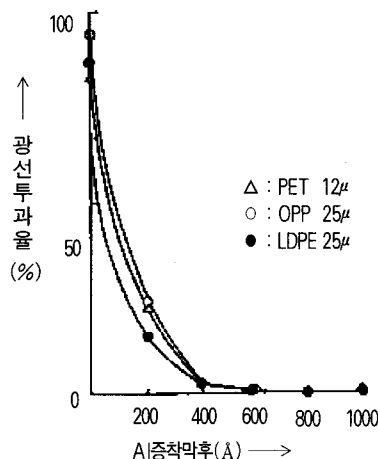
▲ Polyester수지

주제로서 사용되는 Melamine수지나 Isocyanate 경화제로서 반응경화시킨다. 일반적으로 많이 사용되고 있으며, 주 수지는 여러 가지를 변형시켜 접착성을 부여하거나 개요성(可撓性), 내열성을 향상시키는 Type으로 사용되어진다.

▲ Poly Ester수지

상기 Acryl수지와 마찬가지로 Melamine수지나 Isocyanate경화형계로서 사용되고 있으며, 유연성(油變性)시킨 Type도 있으며 개요성(可撓性)이나 수지 공형분을 많이 해야 하는 용도에 적합하다.

(그림7) 증착막 두께와 광선투과율



▲ Epoxy수지

Poly Amide수지, Melamine수지와의 반응계를 이용하는데 Epoxy수지는 금속에 대한 접착력이 좋고 개요성(可撓性)도 있다.

8-3. 기타 수지

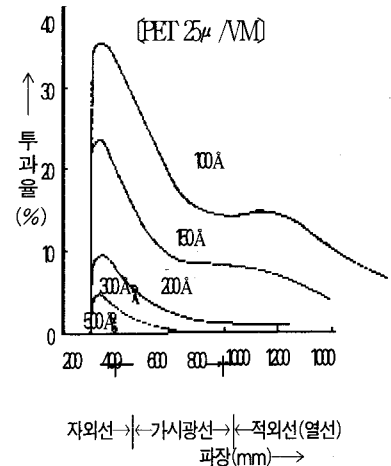
기타의 반응계로서 자외선 경화형, 전자선 경화형 등의 경화기구를 이용한 Primer도 있지만, 현재 시장에는 일부 밖에 나와 있지 않다. 금후 기대 되는 항목은 ▲Acryl Acrylate계, ▲Urethane Acrylate계 ▲Epoxy Acrylate계 등이 있다.

8-4. 필름용 Primer의 Type

필름용과 종이용의 알루미늄 증착 접착 측면에서는 유사하지만 필름용일 경우 각 필름에 대한 접착성을 고려하지 않으면 안되므로 용도에 따라 Type이 제한된다(필름에 따라서는 내열성이 없는 경우도 있으므로 열경화 Type은 불가능하며 1액 락카형이나 Isocyanate 경화형을 사용).

▲ PET 필름용

(그림8) 증착막 두께와 분광투과율



일반적으로 Polyester Melamine 경화형, Acryl-Melamine 경화형 등이 많다.

▲ PP 필름용

Acryl-Isocyanate 경화형, Polyurethane계, Polyolefine계 등이 많으나 Polyolefine film에 관하여서는 가능한 한 Corona처리를 하여야 한다.

(표3) 증착 필름의 산소 및 수증기 투과율

차단성 필름	O ₂ 가스 투과율 (g/m ² atm24hrs)		수증기 투과율 (g/m ² 24hrs)	
	증착전	증착후	증착전	증착후
PET	2.7~3.0	0.3~0.4	19.0~22.0	0.8~1.1
CPP	20.0~30.0	2.0~3.0	15.0~20.0	1.0~1.5
OPP	4.0~7.0	0.3~0.7	7.0~10.0	0.8~1.0
LDPE	10.0~18.0	2.0~4.2	10.0~13.0	1.5~1.9

주) 필름두께: 25 μ , 증착두께: 600 \AA O₂ 가스 투과율: ASTM D 1434-58 수증기투과율: JIS Z 0208

9. 증착 film의 특성

9-1. 광휘성(光輝性)

증착 필름은 우수한 반사특성을 가지고 있으며, AL막 등 금속박에서는 발휘될 수 없는 금속광택을 가지고 있다. 이 광택은 증착 기재 필름의 표면 평활성, 헤이즈(Haze) 도에 좌우된다.

9-2. 광선특성(光線特性)

금속은 전파장 영역에 대해 광선을 차단하는 특성이 있으나 증착 필름은 400~600 \AA 의 막 두께로서 실용상 문제가 없을 정도의 차단성을 가지고 있다는 특성 외에 가시광선을 20~40%

투과시키는 100~150 \AA 정도의 극히 얇은 증착막으로도 적외선을 90%정도 반사시킬 수 있다. (그림7)과 (그림8)은 증착막 두께와 광선투과율 및 분광투과율을 나타내었다.

통상의 증착두께는 400~600 \AA 에서 가시광선을 4~5% 투과하지만 자외선과 적외선 등을 거의 반사한다. 자외선이 가진 방사 에너지가 크기 때문에 유기물을 산화·분해하게 되는데 이러한 특성으로 인해 증착 필름은 유지분을 함유하는 제품의 산화 분해를 방지하기 위한 목적으로 각종 식품포장에 사용된다.

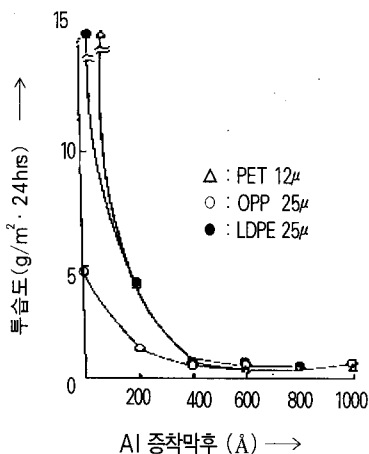
수증기 및 기체 차단성을 보면 증착 필름의 차단성은 기재의 특징이 그대로 반영되지만 통상 기재 필름의

1/10~1/100 정도까지 향상되며, 그 수치는(표3)과 같다. 증착막의 두께에 따른 투습도 및 산소투과도와와의 관계는 (그림9), (그림10)과 같다.

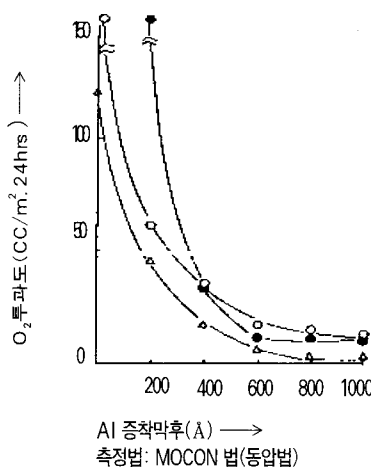
이는 금속이 고분자 재료에 비해 확산 인자가 적고 투과계수를 대폭 저하시킬 수 있기 때문에 \AA 단위의 박막이라 하더라도 수증기나 기체를 차단할 수 있는 특성을 지니게 되기 때문이다. 또한 증착 필름의 가장 큰 장점으로서는 알루미늄박에 비해 유연성 및 내절도가 뛰어나 내용물 충전시 또는 수송시에 핀홀(Pinhole)이나 균열방생이 적으므로 실용 차단성이 높다.

또한 증착 필름의 Barrier성은 기재의 특징이 그대로 남고 증착막의 두께에 따라 Barrier성은 달라진다. 300 \AA 에서 반짝반짝하는 금속 광택은 발휘되지만 안정된 Barrier성을 얻기 위해서는 600 \AA 이상이 필요하다.

(그림9) Al 증착막후와 투습도



(그림10) Al 증착막후와 O₂ 투과도



9-3. 도전성

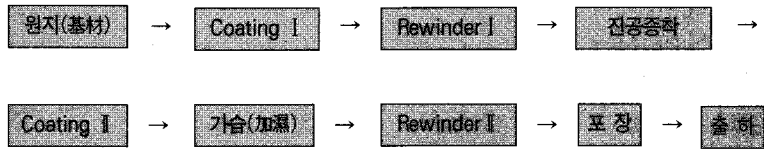
알루미늄 증착막 400 \AA 의 증착 필름은 약 1 Ω /□의 표면 저항을 나타내므로 인쇄 가공시 정전기 발생이 없음을 물론 이러한 도전성을 이용하여 전기 용도로 사용이 가능하다.

10. 증착가공

10-1. 증착지

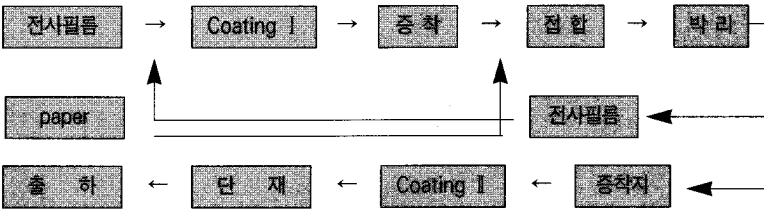
(그림11) 직접 증착 사양

Top Coat
증착
Primer
Paper



(그림12) 전사 증착 사양

전사용 필름
Top Coat
증착
접착제
paper



증착지의 제조 방법으로는 크게 나누어 직접 증착법(Direct)과 전사법(Indirect)이 있다.

10-1-1. 직접 증착법

직접 증착법의 사양은 [그림11]에 도시한 바와 같고, 공정은 일반적으로 다음과 같다.

▲ Coating (I)

Coating의 목적은 증착후 증착면의 광택을 양호하게 하기 위해 실시하는 것으로 증착중 증착입자가 균일하게 부착되는 것을 방해하는 종이면으로부터의 휘발분 억제 목적을 들 수 있다.

Coating (I) 공정을 생략할 시에는 고광택면을 얻을 수 없으나 역으로 적당한 종이를 선정하면 MAT 효과를 얻을 수 있다.

Coating제로는 전술한 바와 같이 유기용제계, 수성계, Non-Solvent계 등이 있는데 일반적으로 유기용제계를 많이 쓰고 있다. PE 압출 Coating 등도 증착 전처리로서 많이 활용되고 있다. 또한 종이의 함유 수분을 감소시키는 것이 상당히 중요한데, 1 Chamber형 증착기 경우는

1%이하이어야 하고, 2 Chamber형의 증착기는 3%이하가 되어야 한다.

2 Chamber형의 증착기로서 5~6%의 수분 함유량 그대로 증착 가능한 설비도 있는데, 이 경우에는 증착 시킬 면이 Primer처리가 되어야 한다.

▲ Rewinder (I)

본 공정은 생산성 향상을 위해 진공증착기 O.D에 맞게 Rewinding하는 것이다.

▲ Coating (II)

Coating (II)의 목적은 증착층이 아주 얇고 입자상(粒子狀)으로 적층(積層)되는 것이기 때문에 기계적 특성이 Al foil에 비해 약하므로 특히 내마모성을 보강하기 위해 실시하고, 내 산화성 보강 및 후공정인 인쇄, 접합(接合), 접착 등의 가공에 대한 적성을 좋게 하기 위해 실시하는 것

이다.

▲ 가습(加濕)

Coating 및 진공 증착중에 잃어버린 수분을 보충하기 위한 공정으로서 과건조된 종이는 Curling 발생이 용이하고 신율이 작아지므로 파단되기 쉬운 점 등 후공정 진행에 큰 결점으로 작용하기 때문이다.

10-1-2. 전사법

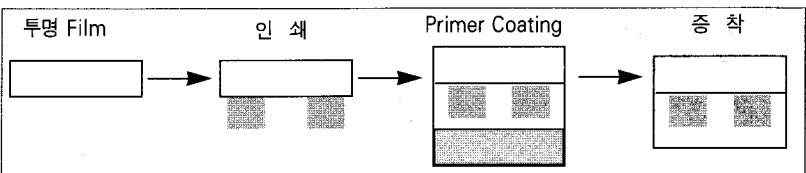
전사법의 사양은 [그림12]에 도시한 것과 같으며 그 공정은 일반적으로 다음과 같다.

▲ Film원단

각종 전사용 필름은 모두 사용할 수 있으나 가격, 작업성, 박리 특성 등을 고려할 때 OPP필름이나 PET 필름이 경제적이고 관리에 따라 여러 번 사용 가능하다.

▲ Coating (I)

(그림13) 인쇄후 증착 공정



원단 및 용도에 따라 Coating제의 종류는 크게 다음과 같이 두 가지 Type으로 나누어진다.

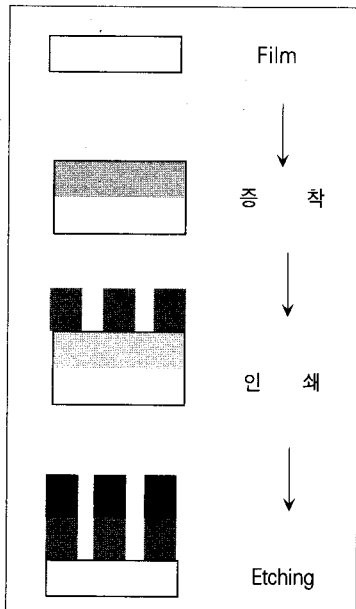
- 필름에는 접착강도가 강하고, 증착막과의 접착력은 약한 것. 박리후에도 필름 표면에 남아 필름을 재사용할 경우 재 Coating이 필요없다.

- 필름과의 접착강도가 약하고 증착막과의 접착력은 강한 것. 박리시에 증착막과 같이 종이 쪽으로 이행(移行)되고 필름을 재사용할 경우 재 Coating 해야 한다.

▲ Coating (Ⅱ)

박리공정이 끝나면 종이에 증착이 전사된 증착지가 되는데 Coating (I) 공정에서 형성된 수지층이 증착막과 같이 전사되어 증착층을 덮게 되는 경우는 본 공정이 필요없을 수도 있지만, 대부분의 경우 직접증착 때와 같이 후공정의 가공 또는 용도에 적합한 Coating을 행하여야 한다.

(그림14) Etching법 공정



10-2. 인쇄후 증착

▲ 공정

(그림13) 참조

▲ Primer Coating 목적

백, 황, 적 등 안료부분이 많을 경우 직접 증착하게 될 때 안료 부분이 흑변하게 되는 것을 방지하기 위한 것이다.

흑변의 원인을 보면 안료 잉크는 표면에 요철(凹凸)이 많아 Gas, 수증기 등의 흡착이 쉽고 증착시의 열에 의해 흡착물이 증발하여 알루미늄 분자와 충돌할 때 생기는 저급 산화물의 증착막에 의해 생기는 현상이다. 또한 증착막에 미세한 균열이 생겨 Barrier성을 저하시키는 것을 방지하기 위함이다.

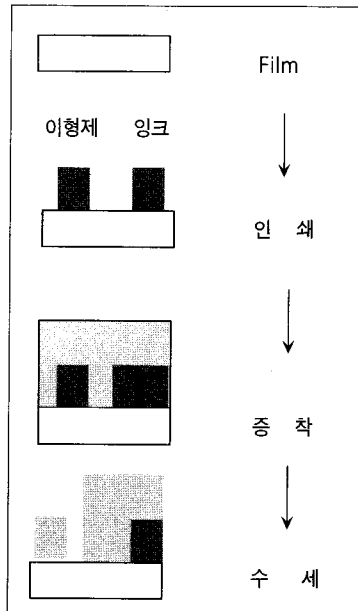
10-3. 부분증착

10-3-1. Etching법

▲ 공정

(그림14) 참조

(그림15) 수세법 공정



▲ 장점

미세한 선이나 도형을 정밀하게 제거해내는 것이 가능하고 작업성이 좋다.

10-3-2. 수세법(水洗法)

▲ 공정

(그림15) 참조

▲ 장점 및 단점

이면 인쇄후 증착하는 것이기 때문에 Sealant Film을 Laminating 하여 사용 가능하나 미세한 선이나 도형을 재현하기 어려워 Rough한 도형을 선정해야 하는 단점이 있다.

10-3-3. 마스크법

▲ 공정

진공 증착시 증착시키지 않는 부분에 마스크 테이프를 부착하여 MD 방향으로 Stripe 형태의 증착을 실시하는 방법이다.

▲ 특징

MD방향 Stripe 증착 이외는 불가하며, 인쇄공정이 불필요하고 Edge 부분 처리의 문제점으로 인해 상품 Image가 다소 떨어진다.

11. 증착필름의 라미네이트 가공

증착필름은 매우 얇은 알루미늄층이 있으므로 다른 필름과의 합지에 있어서 증착하지 않은 필름의 합지와 상황이 다르고 합지강도에 꽤 복잡한 요인들이 영향을 미친다.

▲ 압출합지(Extrusion Lamination)

압출가공은 수지를 300°C 또는 그 이상의 온도로 압출하여 증착면에 접촉, 냉각시키는 것으로 이때 고온에 의한 증착 AI의 팽창저하, 냉각시 수지의 부피 수축에 의한 증착면의 갈라짐(Crack) 등이 발생하는 경우가

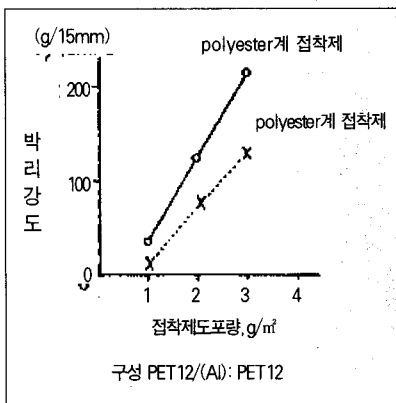
많아 일반적으로 바람직하지 않다. 이러한 결점을 보완하기 위하여 극성 수지나 쉽게 산화되는 수지를 소량 섞어 압출가공 온도를 낮추면 개선된 결과를 얻을 수 있으나 완전하지는 않다.

▲ 접착제 합지(Dry Lamination)

일반적으로 접착제로서 폴리에스테르계 폴리우레탄 2액형이 지배적으로 쓰이며 결과도 좋다. 증착 Al면은 보통 접착제와의 친화성이 좋지만 접착제 층의 잔류용제와 경시에 의해 진행되는 접착제의 경화반응에 따른 체적 및 응집력 변화와 생성 가스 등의 영향으로 증착막이 움직여서 기재 필름과 증착막의 밀착력이 저하되는 현상이 일어난다. 이러한 현상은 접착제의 종류나 특성에 따라 크게 다르며, 접착제의 도포량이 적거나 속성온도가 높을 때 두드러진다.

증착필름의 합지에 있어 접착제의 도포량과 합지강도는 비례하며, 보통 $3g/m^2$ (dry) 정도가 필요하다. 또한, 증착막의 두께와 합지강도는 반비례한다.

(그림 16)



12. 증착 필름의 종류
(증착 기재에 따른 분류)

▲ 증착 PET 필름

필름에 첨가제가 사용되어 있지 않고 자체 표면 에너지가 높아 증착막의 접착이 안정되어 증착에 가장 적합한 기재이다. 증착 후 표면의 안정성도 뛰어나 인쇄, 라미네이트가공이 쉬우며 내열성이 좋아 증착막의 두께를 향상시킬 수 있다.

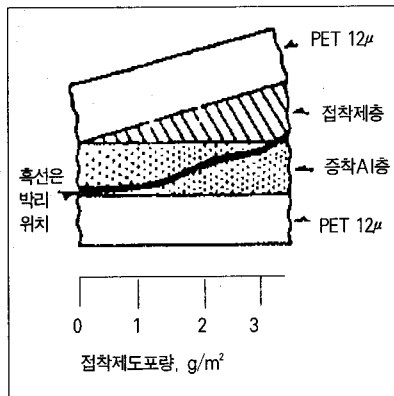
▲ 증착 OPP 필름

제조업체에 따라 필름 표면의 수지 조성, 첨가제의 종류, 첨가량, 표면처리 방법이 다르므로 필름 제조업체 또는 각 그레이드에 따라 증착 필름으로서 물성이 다르다. 일반적으로 접착강도는 증착 PET에 비해 떨어진다.

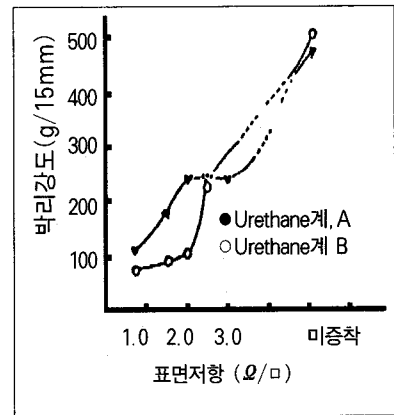
▲ 증착 CPP 필름

라미네이트제품의 가장 내층에 존재하는 Sealant층으로 사용되며, 증착 OPP필름의 경우와 마찬가지로 제조업체 및 그레이드에 따라 물성에 차이가 난다. 내열성은 OPP에 비해 열등하므로 증착적성이 좋지 못하며, 광택은 필름의 그레이드와 증착 가공

(그림 17)



(그림 18) 증착막 두께와 합지강도



조건에 따라 변하다.

▲ 증착 LDPE 필름

첨가제가 적거나 없는 그레이드를 사용하지 않으면 안되며, CPP와 비교할 때 융점이 낮고 내열성이 나쁘기 때문에 증착 필름으로서의 광택 효과가 떨어진다.

▲ 기타

증착폴리카보네이트 필름, 증착아세테이트 필름, 증착폴리스티렌 필름, 증착연신나일론 필름 및 증착방습셀로판 등이 있다.

13. 증착 필름의 용도

증착 필름은 Base기재 필름에 비해 차단성이 현저히 향상될 뿐만 아니라 전술한 바와 같이 자외선 투과 효과도 있어 유기물의 산화 분해를 방지하는 목적으로 식품포장에 널리 이용된다.

또한 금속박에서 볼 수 없는 독특한 반짝반짝하는 광택으로 시각효과를 기대하는 용도로도 사용되고 있으며, 내열도가 강하여 실용 차단성이 높은 점을 이용한 새로운 차단성을 갖는 기재로써 큰 비중을 차지하고 있다.