



두께측정 및 콘트롤

State of art thickness measurement&Control

MR. MAURIZIO MARZOLA / ELECTRONIC SYSTEMS S.P.A.

지난 달 28일 대주산업은 광학용 보호 필름, 광학용 시트 공급 및 특수 코팅을 위한 DIES와 Feedblock 세미나를 개최했다. 본 고는 Electronic Systems 의 MaurizioMarzola가 발표한 두께 측정 및 콘트롤에 관한 내용 중 일부이다.

- 편집자 주 -

1. 코팅 프로세스

화학제품의 의미로서 표면 코팅은 보통 코팅 절자로서 알려져있다. 이 절자의 의도는 다양한 목적과 Applicatin 영역을 얻기 위하여 기본이 되는 재료를 연마하는 것이다.

재료와 Application 수단의 결합은 뛰어난 특성과 전문성을가진 코팅된 재품을 만든다. 첨단 기술재료(스포츠 및 섬유산업 분야), 접착테이프, 벽지, 합성가죽, 연마지, 포장지등의많은 용도로 쓰인다.

코팅은 "lightweigh" 같은 다양한 적용을 통해 어떤 생산물을 개선 가능케 하면서 동시에 방수성과 "아름다움" 뿐만 아니라 저항성과 flexible한, 그리고 내한성을 부여한다.

미적 외형과 기술적 고품질을 향상시키기 위한 최적의 결과를 달성하기 위해서는, 화학제품의 각 layer는 코팅처리의 양을 고려하는 것은 기본이며, 제공되어지는 재료의 물성을 고려해야 한다.

이런 공정에서는 자동조절을 개선하고 품질을 항상 테스트 해야하는 것은 당연히 필수적이다.

대부분의 코팅된 제품은 더 이상 재사용 될 수 없고 그로 인해 자동제어시스템은 부적합 제품의 생산을 줄이기 위해 Key-role을 사용한다.

고객이 요구하는 특성을 보증하기 위한 혁신적인 기술 방법을 계획하고 디자인 하기 위해, Electronic SYSTEMS는 파트너로써 고객과 함께 부단한 노력과 경험을 해왔고 또한 이 분야에서 경쟁을 해왔다.



[사진 1] 코팅라인



결과적으로 코팅라인에서, 재료를 어떤 화학 제품으로 처리한다면 그 적용 방법을 고려하는 것은 필수적이다.

코팅에서 여러 layer와 차후 공정에서 추가되어지는 layer를 분석하는 것이 꼭 필요하다고 하면 그 데이터는 cross profile로 보여져야 하고 그 측정 기능은 필수적이다.

Electronic SYSTEMS사는 “same trace”라는 특별한 시스템을 개발해 왔다.

이것은 측정 값의 프로파일을 분석하고 표시를 단순화함으로써 상기의 목적을 가능케한다.

Operators는 이런 방법으로 공정작업간 제어 활동을 수행할 수 있다.

“same trace”는 이런 아주 정확한 측정에 관련된 기능을 수행한다.

Reflection-sensors의 사용으로 재료의 두께를 측정할 수 있고, 밀도에 영향을 받지 않는다.

Reflection measurement system은 굴절률과 색상뿐만 아니라 투명도나 거친 정도의 다른 특성을 고려해야 한다.

Essair system은 차후공정을 위해 매우 안전

[사진 2] Thickness Cross Profile



한 표준 상태를 보장함으로써 제품 대부분의 영역을 접촉하지 않고 측정할 수 있도록 한다.

이 기술은 Electronic SYSTEM에 의해 특허되었고 언제나 놀라운 믿음과 정확성을 보여줌으로써 다양한 산업영역에서 테스트되었다.

공기감응센서는 재료와 Reference roller의 표면을 측정하기 위해서 제각기 사용되어 진다.

두개의 센서는 기계적으로 짝을 이룬다. 이 이유는 Reference roller에 밀착된 필름의 두께는 두개 센서에서 측정된 값의 차이에 의해 계산되기 때문이다.

Transmission-sensor는 재료의 무게(g/m^2)를 측정한다.

Beta rays sensors는 sheets나 foils같은 생산된 재료를 제어할 수 있는 방법으로 가장 잘 알려진 방법이다.

방사성 물질에 의해 방사된 입자는 리시버에 흡수되는데 재료 밀도와 연관된다.

측정은 리시버에 의해 간파된 출력신호와 관련된다.

IGUARD™ WIX는 Electronic Systems에

[사진 3] Weight Cross Profile



의해 측정센서와의 통신을 위해 만들어진 프로그램이다.

이 프로그램으로 operator는 측정 시스템 뿐만 아니라 제품의 품질과 프로그램 자체의 프로세스를 연속적으로 분석할 수 있다.

전체의 측정값은 그래픽 비디오 화면에 모아지고 자동으로 보여진다.

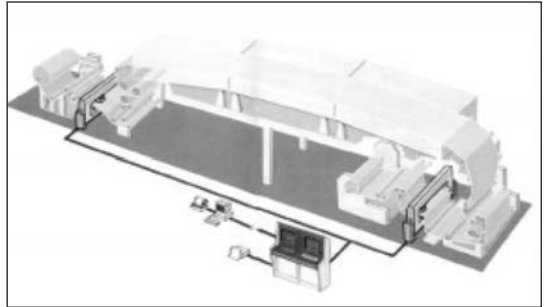
가능한 최대한 빨리 양질의 표준을 얻기 위해서는 자동으로 생산 프로세스를 조절하는 방식이 추천된다.

아울러 코팅라인에서 가장 평범한 작동기는 닥터블레이드 또는 롤인데 반해 extrusion-unit이 포함된 코팅 라인에서 가장 유용한 방법은 T-die bolt control이다.

이런 목적으로 몇몇 특별한 컨트롤 기능이 디자인 되어 왔고 발전되어 왔다. "AUTOBOLT"는 measurement heads control을 위한, "AUTOBLADE"는 닥터블레이드를 위한 기능이며 반면 롤코팅 시스템의 경우에는 linear control system이 사용된다.

위에서 언급한 바와 같이 측정기가 존재해야

[사진 4] Average Value of Measured Parameters



되는 이유는 자동 컨트롤의 성공을 위해 필수적인 요소로서 인식되어 지기 때문이고 다중센서에 적용할 때는 "SAME TRACE"라는 프로그램을 추천할 수 있다.

"AUTOBOLT"는 직접 또는 간접적으로 폭과 진행 방향을 건주어 foil의 품질을 최적화하기 위한 제어전략과 가장 진보되고 유용한 정보기술을 포함한다.

이는 분명 표준서와 일치하지 않는 재료의 스크랩을 감소시킬 수 있다.

Extrusion coating 라인에서 특별히 중요한 점은 "Roll Conformity", "Booster", "Smooth", and "Edges Analysis" 의 기능이다.

"Roll conformity" 프로그램으로, 생산된 제품을 롤 위에서 streaks를 남기지 않게 하기 위해 base support에 코팅된 재료를 flatness하게 한다.

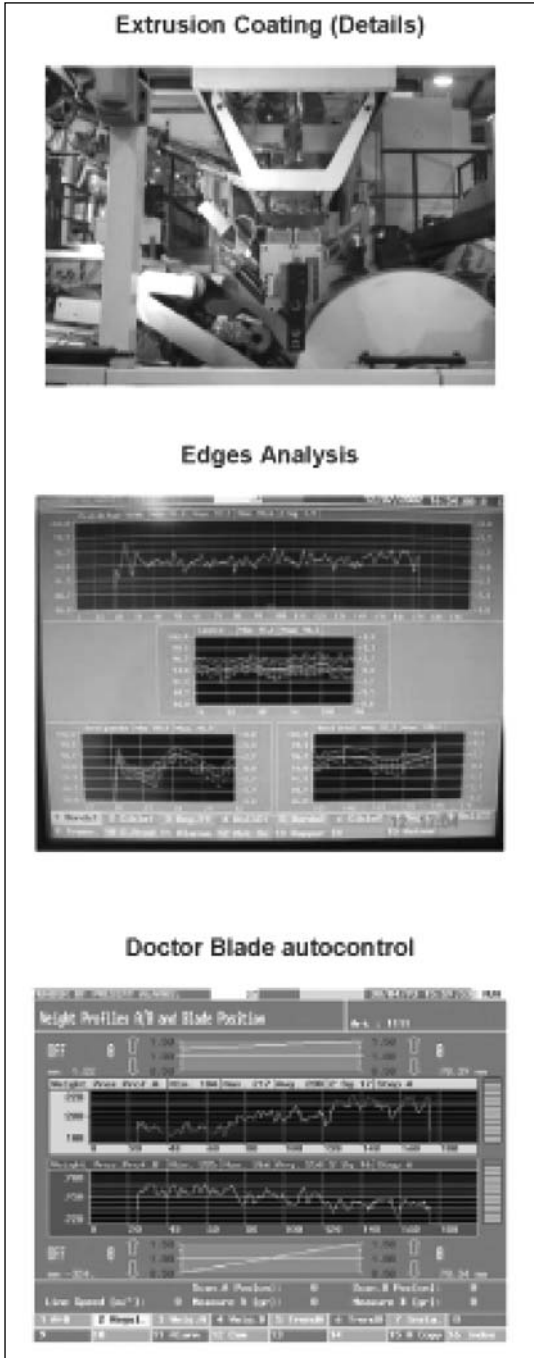
"Booster"와 "Smooth"는 lip을 조절하기 위해 동작하는 기능이다.

"Booster"는 가능한 가장 짧은 시간내에 Target profile에 도달하게 하는 기능이다.

반면에 "Smooth"는 타겟프로파일에 다달을 수 있는 진동을 최소한으로 줄임으로써 프로세스 성향을 보상하는 기능을 수행한다.



[사진 5] 코팅 라인



그리고 측정센서의 특별한 조준으로 Edge의 재료분포를 보여지게 하는것도 가능하다.

“Edges Analysis”는 재료의 Edges Trimming을 최적화하는 기능을 한다.

“Auto Blade”는 닥터블레이드의 자동 위치 탐샘과 연관있다.

이 프로그램은 그 자신의 blade의 positioning을 계속해서 유지하면서 쉬운 방법으로 Cross profile을 제공한다.

그러나 원하지 않는 Profile의 oscilation을 피하기 위해 profile analyse system은 작동기를 조절할 수 있다.

2. 압출코팅

압출코팅은 compound(base franules), sections, pipes, sheets, film과 같은 산업제품에 넓게 사용되는 생산을 위한 가장 대중적인 방법이다.

Extruders는 하나 또는 두개의 Heating barrel안에 들어싸인 worm-screws로 구성되어 진다.

기초재료(폴리머, 다양한 agents, 또는 공정 에 필요한 첨가물)는 extruder에 부어지고 녹는 점까지 가열된다.

결국 이렇게 녹은 원료는 스크류에 의해 다리로 밀려나간다. 서로 다른 재료들이 multiple extruders에 들어가 single extruder로 한꺼번에 나올때의 프로세스를 co-extrusion라고부른다. 압출 applications은 다수의 조절시스템을 사용한다.

Screw rotation speed, capacity, temperature,

[사진 6] Electronic Systems



[사진 7] 두께 및 무게 측정 시스템



and pressure는 모두 중요한 변수이다. 오늘날, 매우 정밀하고 유능한 기구들은 필요로 하는 모든 타입에 잘 적용할 수 있다.

필름 압출이 flat heads를 통하거나 blown process에 관계되는 한, 전체 품질은 점점 더 중요해져 간다. 그리고 그 최종 품질은 엄격히 말해 그것의 두께와 무게에 달려 있는 것이다.

Electronic Systems는 압출라인에서 완전한 자동솔루션을 발전시키는데 주도적인 회사이다.

우리가 제공하는 것은 기초재료의 준비부터

압출 후 무게와 두께를 측정하는 시스템, 그리고 표면 정밀 검사까지를 담당하는 것이다.

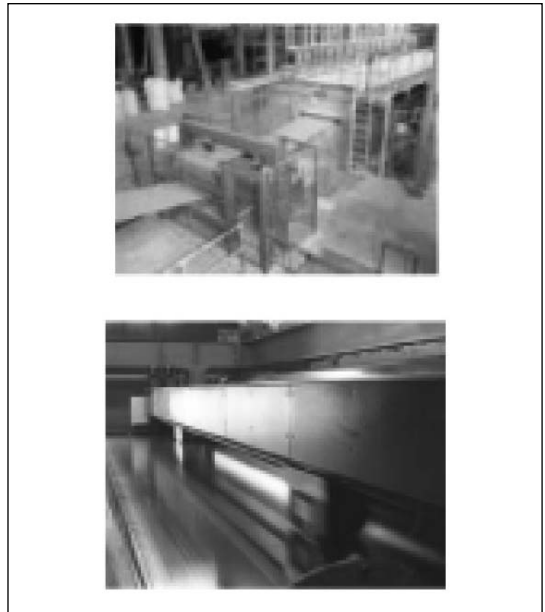
필름 생산라인에서 재료는 일반적으로 아주 강한 결정 구조사이를 떨어뜨리는 고분자의 성질을 이용하면서 연신된다.

많은 Technologies는 압출에 기초를 두고 있으며 Electronic SYSTEMS는 측정장비의 전체 영역을 만들고 모든 종류의 적용을 가능케 하기 위해 특정 컨트롤 기능을 만든다.

- Film, flat heads를 통해 나온, 그리고 다음에 칠물에 의해 냉각된, axial stretching을 얻기 위해 점진적으로 스피드를 높여서 얻은 필름 (cast and foil)

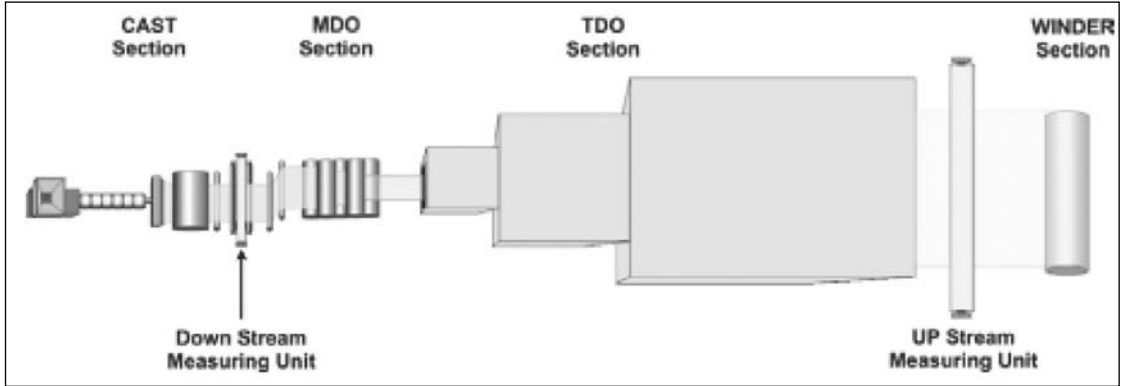
- Blown film, ring dies를 이용하여 압출되어 형성된, 공기가 찬 원형의 버블을 분단하여 얻는 blown films; 때로는 매우 얇다(radial

[사진 8] BOPP 설비





[사진 9] 시스템 원리



stretching).

- Extrusion, 때때로 상당히 두껍지만 flat heads를 통해형성된재료 또는 시트로 형성된 압출물

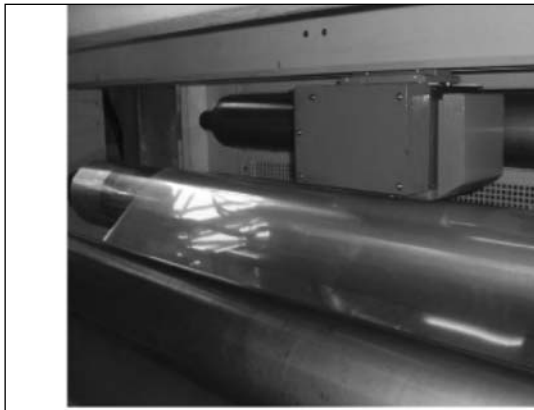
- Bi-oriented Film, 늘어나는 방향의 조합; 일반적으로“Double bubble”로써 “flat heads”와 “ring dies” 둘다 사용하는 기술 Reflection-sensors의 사용으로 재료의 두께를 측정할 수 있고, 밀도에 영향을 받지 않는다.

Reflection measurement system은 굴절률과 색상뿐만 아니라 투명도나 거친 정도의 다른 특성을 고려해야 한다.

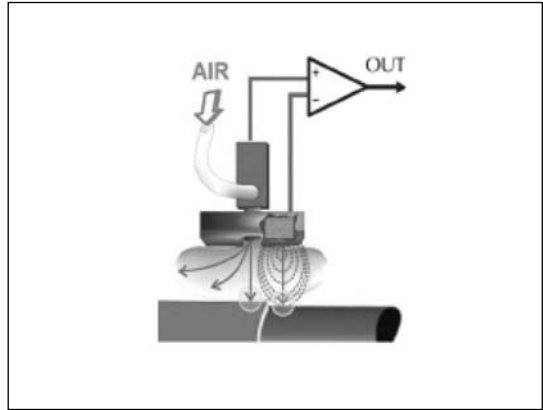
Essair system은 차후 공정을 위해 매우 안전한 표준 상태를 보장함으로써 제품 대부분의 영역을 접촉하지 않고 측정할 수 있도록 한다.

이 기술은 Electronic SYSTEM에 의해 특허되었고 언제나 놀라운 믿음과 정확성을 보여줌으로써 다양한 산업영역에서 테스트되었다.

[사진 10] Reflection 센서



[사진 11] Reflection 측정 방법



[사진 12] Transmission 센서



공기 감응센서는 재료와 Reference roller의 표면을 측정하기 위해서 제각기 사용되어 진다.

두개의 센서는 기계적으로 짝을 이룬다. 이 이유는 Reference roller에 밀착된 필름의 두께는 두개 센서에서 측정된 값의 차이에 의해 계산되기 때문이다.

Transmission-sensor는 재료의 무게(g/m^2)를 측정한다.

Beta rays sensors는 sheets나 foils같은 생산된 재료를 제어할 수 있는 방법으로 가장 잘 알려진 방법이다.

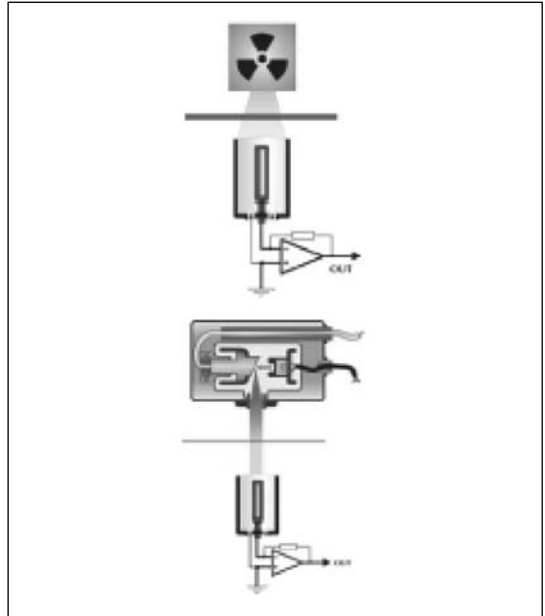
방사성 물질에 의해 방사된 입자는 리시버에 흡수되는데 재료밀도와 연관된다.

측정은 리시버에 의해 간파된 출력신호와 관련된다.

운전자와 환경적인 측면에서 둘다 완벽히 안전한 시스템을 이용하기 위해 Electronic systems는 in-house developed X-ray system을 제조함으로써 그러한 충족을 만족시켜왔다.

X-ray 센서는 오늘날 이용할 수 있는

[사진 13] Beta-rays와 X-rays



contact-free 측정의 최신방법이다.

다른 혜택으로, 이 시스템은 방사성보호 문제들에 영향을 받지 않고 눈의 띄는 측정 정밀도를 제공한다.

방사성 물질의 성질과 그것의 전기 컨트롤은 여러 측정 기능의 최적화와 함께 방사성 에너지를 조절한다.

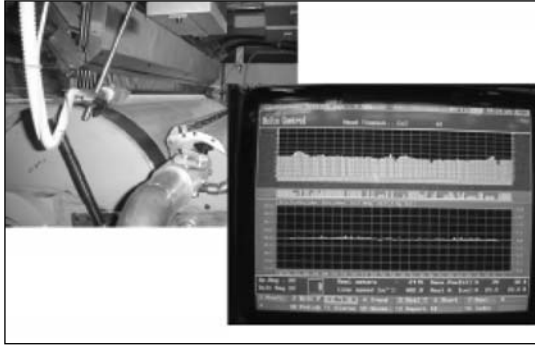
IGUARD™ Wix는 측정센서와 연결하기 위해 Electronic Systems에 의해 개발된 프로그램이다. 그것의 기능으로서 운전자는 재료의 품질과 공정의 진행, 설치된 측정기준을 끊임없이 모니터링 할 수 있다.

측정 세팅은 그래프의 형태로 자동적으로 구성되어지고 나타내어진다.

Electronic systems는 그것의 application을 특정화하기 위해 "Twin Trace"와 "Bolts



[사진 14] IGUARD™ Wix



Tracking System”과 같은 특별한 측정 기술을 개발해왔고 특허화했다.

“Twin Trace” 소프트웨어의 수행은 광대한 생산량과 고품질표준을 원하는 제조공장에 가장 잘 알려져있다.

Radial stretch(Blown Film) 공장에서의 “Bolts Tracking System”은 scanner ring에 기초한 측정 시스템으로 부터 야기되는 문제를 해결하는데 아주 능숙함을 입증한다.

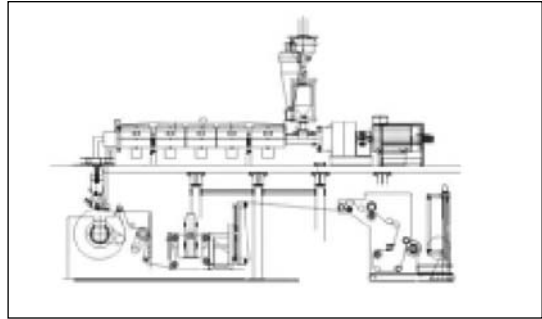
BOPP film같은 고속의, 매우 큰 압출라인에서 생산의 초기 또는 작업교체 등으로 인한 spec. 변화에 영향을 받지 않으면서 정상제품이 나올때까지의 초기(필발)LOSS를 줄이기 위해 가능한한 빠른 시간내에 정규격의 제품 크기를 생산해야 한다.

Electronic SYSTEMS는 이런 문제를 해결하기 위해 “Twin Scan”을 개발/발전시켜 자동컨트롤장치를 운영, 작동을 최적화해 왔다.

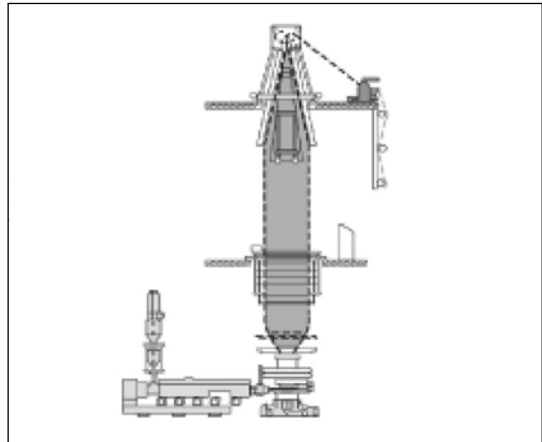
Twin system은 “Twin Trace”의 특별한 측정을 보장하기 위해 두개의 동시 측정 센서를 사용한다.

“Twin Trace”는 프로세스 파동에 기인한 어

[사진 15] Flat-Head필름 설비



[사진 16] Blown 필름 설비



떠한 방해없이 횡단하는 프로파일의 시간값을 반감함으로써 두개의 기울어진 궤도로부터 오는 측정값과 측정 아래의 제품을 가로질러 나온 값을 통합한다.

측정 게이지는 생산축에 따라 기울어진 궤도를 결정한다.

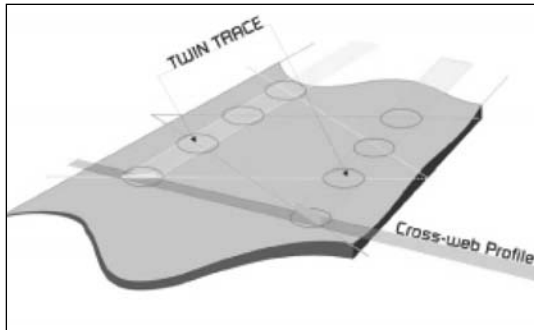
두개의 두께 측정기 사이의 결과 차이는 다양한 machine direction 프로파일에민감하지 않기 때문에 항상 두개의 나란하고 대칭적인 위치를 갖는다.

측정기 heads는 어떤 순간에도 동시에 정렬되

[사진 17] TWIN Scan



[사진 18] TWIN Scan



어 있기 때문에 길이방향의 진동도 결과적으로 두개의 센서에 일치한다.

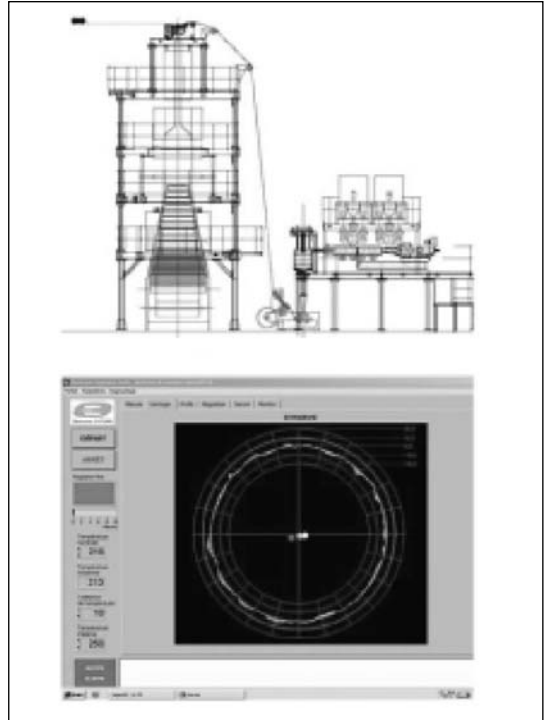
두 두께 측정에 의한 차이는 이렇게 오직 횡단의 프로파일의 실제 변화 때문에 발생한다.

두께와 base의 무게 값은 flat한 재료의 application에 사용되는것과 비슷하게 O-frame 자동 스캐너에 의한 시스템을 통해 얻는다.

측정 포인트는 oscillating table 다음에 위치 하는데 그것의 전형적인 모양으로 불려진 필름이 압착되어 두개의 겹쳐진 sheet처럼 보여 지는 곳이다.

이 시스템은 haul-off unit와 extrusion head

[사진 19] Double Bubble 설비 측정 시스템



같은 계속해서 회전 운동을 하는 blown film 기계의 대표적인 특징을 갖는 operating을 사용함으로써 tube의 경로를 재현한다.

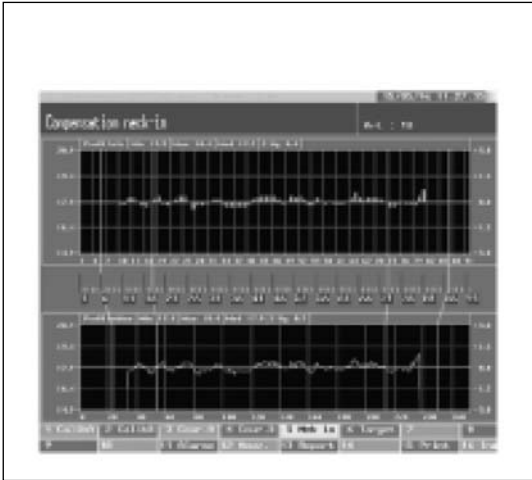
이것이 Bolts Tracking System으로 특별히 이름지어진 소프트웨어이다.

이 소프트웨어는 시스템이 60초 안에 또는 oscillationtable의 15도 회전으로 flat하게 된 필름에서 얻어진 측정값으로부터 tube profile을 측정할 수 있게 한다.

이 시스템에 의해 얻어진 측정값은 움직이는 요소의 위치에 realtime으로 연상되어지고 그로 인해 sector로 나누어진 tube는 round head의 결과로써 재현된다.



[사진 20] Cross Profile Representation



BOLT Tracking System이 기초를 두는 연산 방법은 각 섹터의 연결한 두께를 계산한다.

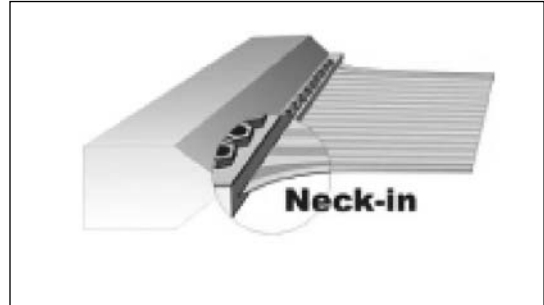
생산공정의 제어는 가능한 빠른 방법으로 고품질의 표준을 얻는것이 중요하다. 압출라인에서 가장 중요한 자동 관리 시스템은 die 또는 extrusion head와 연관있다.

Auto Bolts는 Electronic Systems에 의해 개발된 die control software이다.

세계적으로 Auto bolts의 여러 applications과 많은 명성을 얻고 있는 기계장치 제조자(보통 우리 시스템을 설치하는)를 봐서 우리는 Auto Bolts가 최고를 요구하는 소비자를 만족시킬수 있으며 매우 고품질의 표준을 보장할 수 있으며 훌륭하고 쉽게 이용할 수 있고 정확하고, 또 유능한 컨트롤 시스템이라고 자부할 수 있다.

우리는 최고를 원하는 소비자를 만족 시키고 고품질의 standards를 보장해 줄 수 있다고 자부할 수 있는 근거는 세계적으로 Auto bolts의

[사진 21] Neck-in



여러 applications과 유명한 기계메이커가 이 시스템을 설치하고 있음으로서 입증된다. 또한 이 시스템은 조작이 쉽고 정확한 측정값을 얻을 수 있음도 사실이다.

Flat head는 flat 필름 또는 시트에 사용되고 반면에 round head는 blown film을 생산하는데 사용되어진다. 다이의 전형적 모양이 flat하거나 round 하더라도 그 특징은 용융된 물질이 lip을 통해 흘러나온다는 것과 sectors로 나누어진다는 것이다. 이런 sectors는 “bolts”라고 불려지는 advanced positioning methods와 접촉한다.

분명히 positioning은 자동컨트롤에 의해서만 조절된다. 두께와 무게 측정 시스템은 다이 배열을 결정하는 교차프로파일의 필요를 요하며 오토볼트를 사용하는 프로그램된 컨트롤 기능은 목적값으로부터의 편차를 다룬다.

Thickness measure system과 Weight measure system은 die의 arrangement와 programming된 컨트롤 기능을 결정하기 위해 필요한 cross profile을 간파한다.

“Auto bolts”의 사용은 target value로 부터의 차를 다룰수 있다. measuring unit에 의해

진행된 data는 adjustmentloops를 사용함으로써 볼트의 positionin을 handling하는 controller에 보내진다.

3. TWIN™ SIMPLEX

TWIN™ SIMPLEX는 이동모드에서 측정을 위한 “O frame”의 기계적 구조를 가진 자동 스캐닝 유닛이다.

보통의 전통적 스캐너 타입보다 앞선 TWIN™ SIMPLEX는 Electronic SYSTEMS에 의해 특허된 독점적 측정 방법을 가지고 있다.

독립적인 모터 드라이브에 의해 위치한 센서 커풀은 스캐너에 설치되어있다.

두개의 센서 중 하나가 일시적으로 쓰지 못하게 될 경우도 역시 그 기능을 보장하는 것 외에 시스템 측정, 생산라인의 우수성, 응답속도에 연계된 효용이 있다.

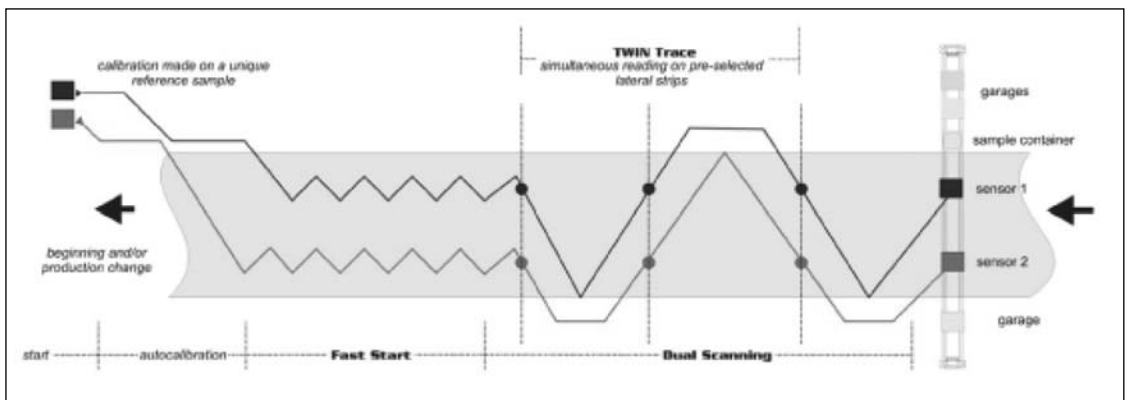
다음과 같은 이유로 광대한 영역의 산업 application을 위해 발전되어지고, 특별히 장폭의 생산라인에서 더욱 발전되어 간다.

[사진 22] TWIN™ SIMPLEX



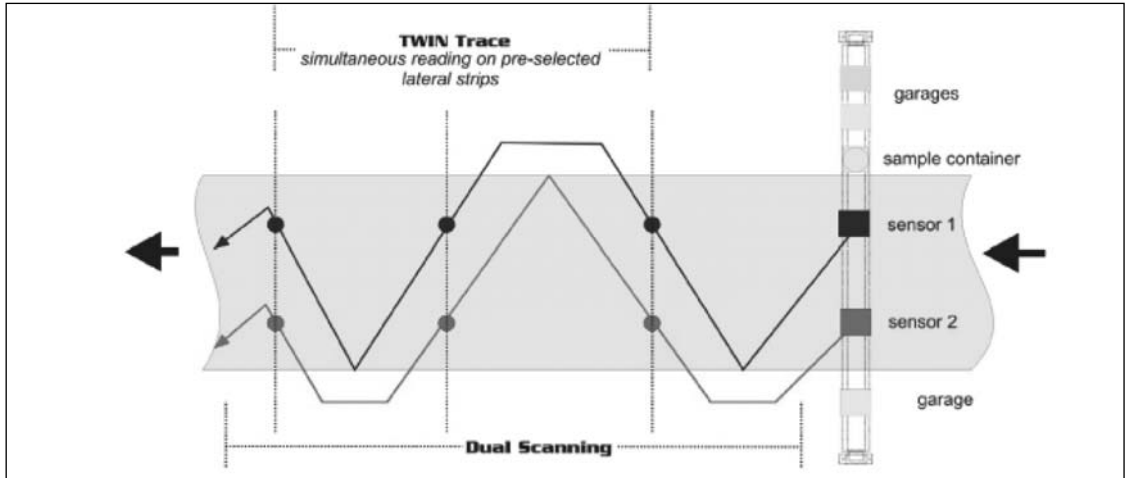
- ① 두번 스캐닝에 리딩 속도의 빠름
- ② 점점 빨라지는 시스템 디자인과 믿을 수 있는 자동 컨트롤
- ③ web edges 양쪽의 동시 측정
- ④ 생산중의 자동 측정
- ⑤ 높은 안정성과 센서이동시스템의 기계적 지속성
- ⑥ 시스템 전체 안전모드 : 단지하나의 센서만으로도 작동할수있는 가능성 TWIN™ Simplex는 감소된 심도와 최적화된 기계적 구성을갖춘

[사진 23] 센서 작동과 효과





[사진 24] Dual Scanning



자동 스캐너이다.

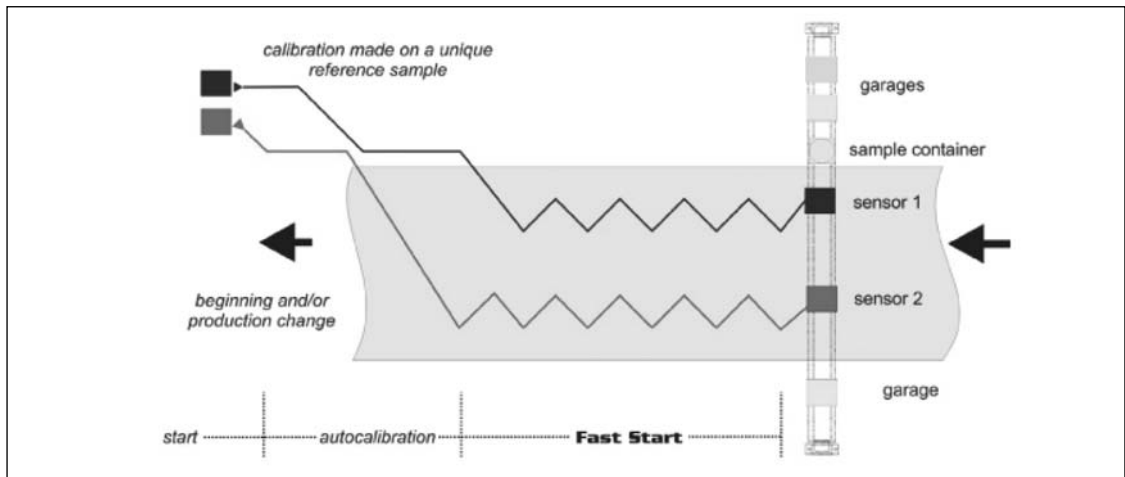
“O” 모양의 특별한 프레임은 스테인레스-스틸 말단에 고정된 견고한 IPE beams으로 구성되어져 있다.

두개의 측정 센서는 각각의 이동운반장치에 설치되어 있다.

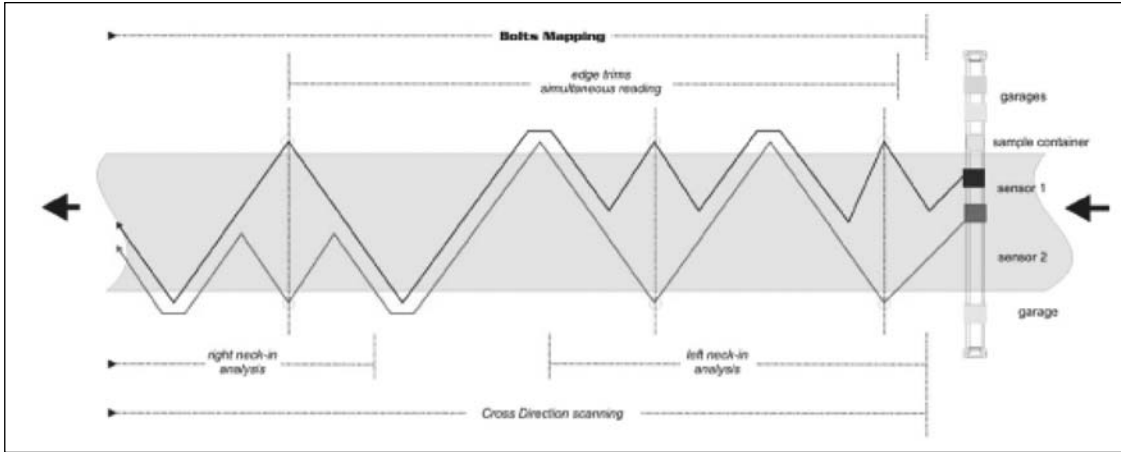
TWIN™ Simplex는 두 센서 홀더 틀이 위치한 하나의 이동트랙을 사용함으로써 실현되어져 왔다.

이 혁신은 기계구조의 치수와 무게를 줄여옴으로 기계장치에 위대한 시스템 통합을 구축하고, 게다가 센서불한 비용감소를 허락한다.

[사진 25] Fast Start



[사진 26] Bolt Mapping



하나의 스캐너에는 material reference sample을 제공하기 위한 프레임뿐만 아니라 두 개의 센서가 위치할 공간이 있다.

하나의 센서를 위한 추가적인 보관 포지션은 반대편에 위치되어 있다.

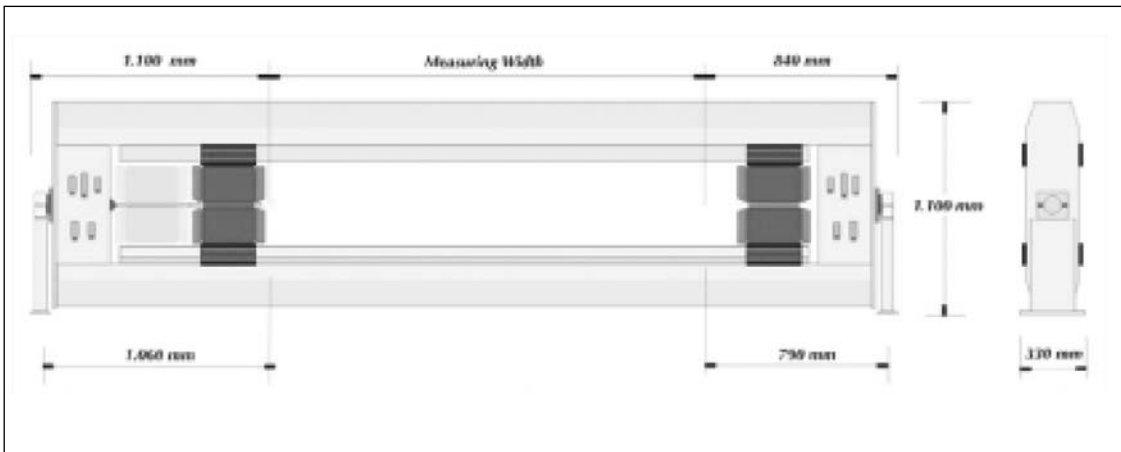
게다가 빠르고 주의깊게 두센서의 alignment를 실현하는 방법이 가능함에 따라 공통의 참고

샘플의 사용으로 표준화/규격화를 이룰수 있다.

시간을 습득한 프로파일은 전통적 스캐너와 비교하여 반감되지만 정밀검사된 재료의 양은 두배이다.

Profiles acquisition times은 전통 스캐너에와 비교하여 반감되지만 검사 된 재료의 양은 두 배이다.

[사진 27] 레이아웃





더욱이 이 시스템은 특정 관심 부위(예를 들면 neck-in 계산을 위한 그 옆의 zone)의 고정된 포인트를 읽는 역할을 수행할 수 있다.

TWIN™ Simplex 시스템은 아래와 같은 현대의 시장 요구에 대한 이상적인 해결책을 마련한다.

- 제한되고 다양한 생산 방법
- 점점더 빨라지는 생산 장비와 고품질 생산

TWIN™ Simplex 시스템은 하나의 스캐닝 센서를 사용함으로써 전통적 구성의 쓰임에 이용되고 두개의 센서를 동시에 스캐닝하는 Twin™ 구성에도 이용될 수 있다.

상호간 효율이 아주 좋은 두 센서의 사용은 항상 측정 장치의 이용 능력을 보장하고 single sensor를 사용할 때 발생하는 어떤 고장수리 또는 overcoming으로 오는 불편함을 해결코자 하는 불필요한 시간을 없애 준다.

독립적인 센서의 사용은 작동제어장치로부터 적당한 명령을 받아 매우 쓸모있고 효과적인 특별한 활동들을 실현한다.

단지 하나의 센서만 갖춰진 기존의 시스템과 반대로 Dual scanning은 web의 중앙의 대칭으로 나타난 미리 선택된 경로를 읽는 두개의 센서를 사용하는 스캔방법이다.

롤러 위 web 중앙의 대칭된 두 경로를 동시에 읽는다는 것은 길이방향(MD)의 두께 변화에 영향을 받지 않고 web 두께 변동(Gap)을 측정한다.

정교한 filtering methods를 사용함으로써 그들이 필요로 하는 더 많은, 최상의 프로파일의 결과로서 시간 지연이 감소된다.

이것은 calendering lines에서 특별히 작업교

체시에 매우 유용한 기능을 갖는다.

Fast Start cycle은 먼저 측정된 재료의 결과치로 시작하여 미리 선택된 옆방향의 경로에 일치한다.

목표 프로파일에 다다르기 위해 그 변화를 주시하면서 좌우 밸런스를 간파하고 작동기가 올바른 rolls position에 가게끔 한다.

예를 들어, 두 센서가 start 위치(both sides garages)에서 selfautocalibrate되어 시작한다면, 단 똑같은 치수의 reference sample이라면, 두 센서는 미리 선택된 영역으로 돌아가서 약간의 진동을 동반하지만 고정된 포인트(경로)로 움직이게 된다.

이 시스템은 calender roll의 편심에 의해 일어날 수 있는 어떠한 에러를 예방하고 짧은 시간 내에 허용오차 안에 목표값의 재료를 만들수 있는 것이다.

대용량을 생산 상태에서는 Fast Start cycle은 단순한 두께 변화에 대해서 대단한 이익을 볼 수 있으며 침단을 걸을 수 있다.

두개의 측정 장치를 동시에 사용하는 것은 web 전체를 가로 지르면서 측정하는 값보다 더욱 효과적인 것으로 재료의 양쪽 edges를 동시에 측정하는 것이다.

이런 스캔 모드는 flat die extrusion lines에서 매우 효과적으로 작용한다. 그것은 die의 thermal bolts의 자동 map을 통해 쉽게 재현될 수 있는 neck-in 작동의 정확한 해석을 얻는 것이 본질이다(Bolts Mapping).

스캔은 하나 또는 그 이상의 기능을 실행하는 두개의 센서로 완전 대칭의 방향으로서 실행되어 진다. [K]