



KODAK
ULTRASTREAM
INKJET TECHNOLOGY

코닥 울트라스트림 잉크젯 기술: 생산성, 품질, 탄력성





제트 분사 모듈을 탑재한 울트라스트림 레일. 연장이 가능한 설계로 최대 폭 249 cm(98인치)까지 인쇄 가능.

개요: 생산성, 품질, 탄력성

코닥은 다년간의 혁신과 잉크젯 기술 연구 개발을 통해 인쇄 및 포장 분야에서 다양한 신제품과 응용 분야를 개척해 왔습니다. 이러한 오랜 발전의 역사 끝에, 코닥 울트라스트림 기술을 선보이게 되었습니다. 울트라스트림 프린트헤드(그림 1)은 코닥의 4세대 연속 잉크젯 기술을 바탕으로, 코닥의 자체 개발 시스템 및 파트너사의 개발 시스템에서 사용할 수 있습니다.

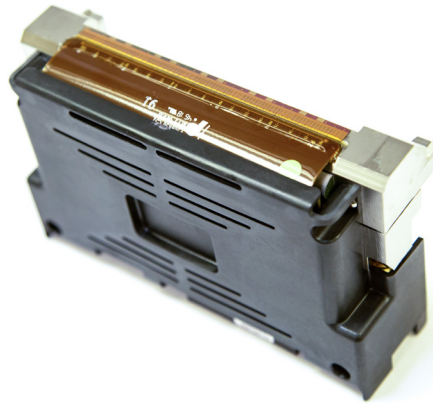


그림 1: 코닥 울트라스트림 프린트헤드

울트라스트림 시스템은 코닥의 3세대 스트림 프린트헤드의 이점을 계승하여 기존의 연속 잉크젯 기술이 지닌 장점 외에도 한층 더 향상된 해상도(최대 600 x 1,800/인치)와 더 작아진 잉크방울 크기를 구현하였습니다. 뿐만 아니라 코닥이 지닌 다양한 능력을 통해 헤드와 잉크, 맞춤형 옵티마이저 용액에 이르기까지 설계와 제조를 모두 한 곳에서 감독하여 성공적인 잉크젯 프린팅의 핵심인 잉크/재질 반응의 관리가 용이합니다. 이는 울트라스트림 시스템이 다양한 용지와 필름, 플라스틱, 기타 재질 상에서 우수한 품질을 제공하는 데 핵심 역할을 하고 있습니다. 코닥 울트라스트림 시스템은 오프셋 석판인쇄, 그라비아 인쇄, 플렉소 인쇄와 마찬가지로 아날로그 인쇄 방식의 높은 생산성과 품질은 물론, 디지털 인쇄가 지닌 유연성을 함께 제공합니다.

디지털 인쇄에서 연속 잉크젯 방식이 지니는 이점

울트라스트림 프린트헤드에서 잉크 방울이 생성되는 데에는 두 개의 부품이 핵심적인 역할을 합니다. 바로 (1) 수 만 개의 노즐을 갖추어 초당 400,000 개의 초소형 잉크 방울을 생성해내는 가압 매니폴드, (2) 이들 방울이 초당 20미터의 고속으로 통과하는 동안 선택적으로 전하를 가하는 전극봉이 그것입니다. 전하가 걸리는 잉크 방울은 굴절 및 재순환되며, 전하가 걸리지 않는 잉크 방울은 인쇄 재료를 향해 날아가 높은 정확도로 안착합니다. 이를 통해 텍스트와 이미지의 디테일이 균일하게 재현됩니다(그림 2).

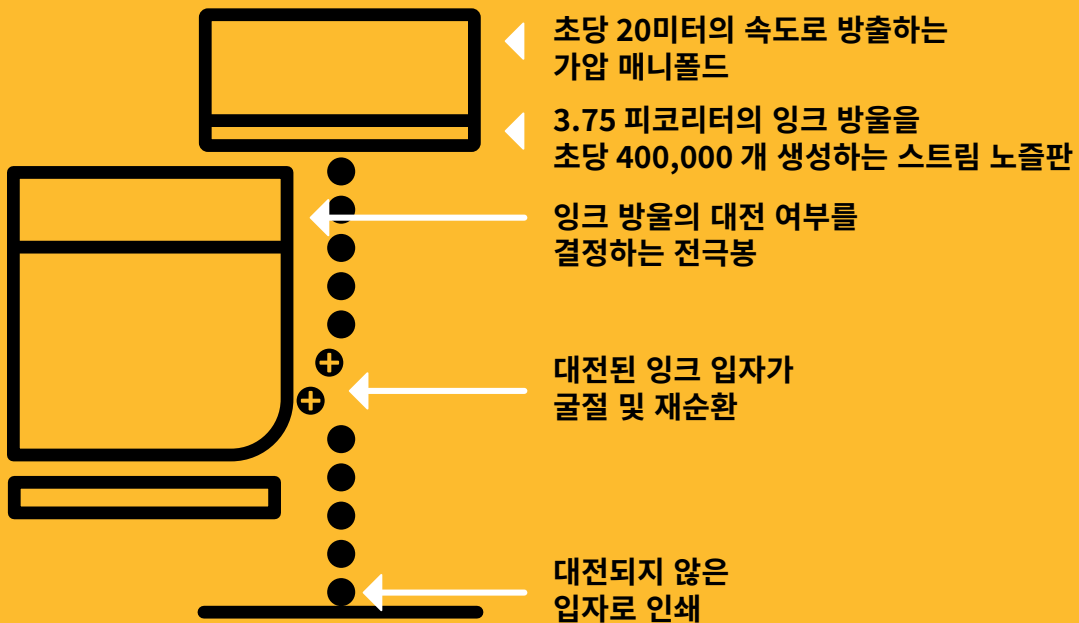


그림 2: 정전기 대전 잉크 방울의 선정 과정



그림 3: 부유 잉크 방울이 종이에 착상하는 모습

코닥 3.75 피코리터의 미세한 잉크 방울은 색 품질과 정확한 이미지 디테일 재현을 구현하는 여러가지 요인 중의 하나입니다. 그 외 요인으로는 600 x 1,800 도트/인치의 도트 해상도, 정확하고 균일한 도트 형상, 정확한 잉크 방울 배치, 잉크 현상 약품, 인쇄 표면 옵티마이저 용액, 해프토닝 (halftoning), 색상 관리(그림 3) 등이 있습니다.

잉크 방울과 인쇄 표면(종이, 필름, 플라스틱 등) 간의 반응을 관리하는 것은 좋은 인쇄 품질을 위한 핵심 요소이며, 코닥의 잉크젯 전략 전반에 있어 중요한 비중을 차지합니다. 앞서 설명 드린 바와 같이, 연속 잉크젯은 매우 둥글고 균일한 잉크 방울을 생성합니다. 일단 이러한 방울이 인쇄 재료 표면에 도달하면, 잉크가 너무 깊게 스며들거나, 너무 넓게 퍼지지 않아야 합니다. 디지털 프린팅 분야에서 가장 큰 경쟁 상대인 드롭-온-디멘드 잉크젯의 경우, 종종 눈물 방울 형상의 잉크 방울이 발생하며, 이로 인해 튄 자국이 근처에 발생하기도 합니다. 이로 인하여 재질 표면의 도트 형상이 불균일한 것입니다. 잉크 현상 약품의 조성 불량 및 옵티마이저 용액을 사용하지 않을 경우에도 컬러와 디테일을 정확하게 재현해 내는 데에 어려움이 따를 수 있습니다. 코닥은 색상 현상 약품 분야, 염료 분쇄, 잉크/종이 반응, 잉크젯 프린트 헤드 생산 분야에 있어 다년간에 걸쳐 경험을 쌓아 왔습니다. 이는 울트라스트림 기술이 지닌 우수한 품질과 생산성을 구현하는 바탕이 되었습니다(그림 4).

코닥의 독자 기술을 통해 연속 잉크젯 인쇄 방식은 드롭-온-디멘드 방식과 비교해 몇 가지 측면에서 결정적인 이점을 지니고 있습니다. 이를 요약한 내용은 표 1과 같습니다. 잉크 방울의 균일성은 경계선 정밀도로 이어지며,

정확한 색상의 재현에도 기여합니다. 잉크 방울의 투사 속도 역시 빨라 훨씬 더 먼 거리를 비행할 수 있으므로 종이 부스러기로 인한 손상, 또는 종이가 프린트헤드에 충돌하여 발생할 수 있는 손상을 방지하는 데 도움을 줍니다. 잉크 방울의 빠른 속도로 정확한 도트의 배치가 가능해지는 점도 있습니다. 코닥의 마이크로 매체 분쇄 기술을 통해 극도로 미세한 염료 입자를 생성할 수 있으며, 이를 통해 프린트헤드의 수명을 늘이고 더 넓은 색상 범위(color gamut)를 실현할 수 있습니다. 코닥은 이러한 나노입자 염료를 공통적으로 적용하여 고품질 종이 오프셋 인쇄에서부터 포장용 필름 및 기타 재료 인쇄에 이르기까지, 다양한 인쇄 용도의 기능적 요구 조건에 손쉽게 대응하도록 하고 있습니다. 디지털 인쇄가 지니는 가치(무판재 생산, 맞춤형 인쇄, 조업 유연성)에 오프셋 석판 인쇄, 그라비아 인쇄, 플렉소 인쇄에서나 볼 수 있었던 속도 및 품질을 구현함으로써, 코닥은 대량 디지털 인쇄의 새로운 시대를 열어가고 있습니다.

코닥의 연속 잉크젯 기술이 지니고 있는 또 하나의 이점은 잉크가 노즐을 타고 계속 흐르기 때문에, 습윤제 (humectant)라고 불리는 화학 약품을 사용할 필요성이 적다는 것입니다. 드롭-온-디멘드 잉크젯 시스템은 더 많은 양의 습윤제를 잉크에 첨가해야 노즐 막힘을 방지할 수 있지만, 드롭-온-디멘드 프린트헤드는 인쇄를 위해 필요할 때에만 잉크 방울을 발생시키기 때문입니다. 습윤제는 프린트헤드의 습기를 유지해 막힘을 방지하지만, 인쇄 표면에 도달한 잉크가 건조하는 것을 방해하는 작용도 합니다. 잉크 조성에서 습윤제의 함량을 줄이면,

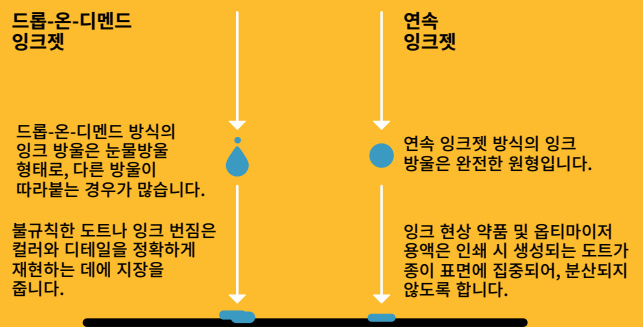


그림 4: 잉크 방울 형상의 비교

건조 과정이 간소화되고 잉크의 가격이 내려간다는 장점이 있습니다. 마지막으로, 연속 잉크젯 방식이 드롭-온-디멘드 방식과 비교해 지니고 있는 또 하나의 이점은 바로 프린트헤드의 수명이 길어진다는 점입니다. 써멀 드롭-온-디멘드 방식 프린트헤드 노즐의 수명은 방출되는 잉크의 양에 좌우되는 것이 일반적입니다. 따라서 인쇄 면적이 넓어지는 경우, 프린트헤드의 소모 속도도 빨라집니다. 연속 잉크젯 노즐의 수명은 작동 시간에 영향을 받습니다. 대부분의 경우 연속 잉크젯 노즐은 수 천 시간 동안 작동이 가능하며, 인쇄 면적이나 잉크 소모량이 늘어나더라도 생산성이 하락하지 않습니다.

	연속	드롭-온-디멘드
잉크 방울 균일성	구형으로 디테일의 정확한 재현이 가능.	눈물 방울 형상으로 위성드롭이 생길 수 있음
잉크 방울 속도	초당 20미터 속도로 비행해 정확한 배치로 높은 품질 재현.	초당 6~8 미터
노즐 ~ 인쇄 표면 간 거리	8 밀리미터 거리로 종기와 충돌하거나, 종이 분진으로 인해 프린트헤드가 손상될 위험을 낮춤.	1.25 밀리미터
염료 입자 크기	코닥의 마이크로 매체 분쇄 기술을 통해 나노 수준의 입자로 전환, 헤드의 수명을 늘여주고 넓은 색상 범위를 제공	경쟁사의 경우 입자 크기가 상대적으로 커 빛의 산란도가 높고 투광도는 낮아 색 범위가 감소
잉크 비용	경제적인 수성잉크	습윤제 함량 증가로 인해 잉크 비용 상승
노즐 수명	프린트헤드 수명이 수 천 시간에 달하며, 인쇄 면적이나 잉크 사용량에 관계없이 일정한 생산성을 유지	일반적으로 훨씬 짧으며, 프린트헤드를 통해 분사되는 잉크 양에 수명이 좌우됨

표 1: 연속 잉크젯 방식과 드롭-온-디멘드 잉크젯 방식의 비교

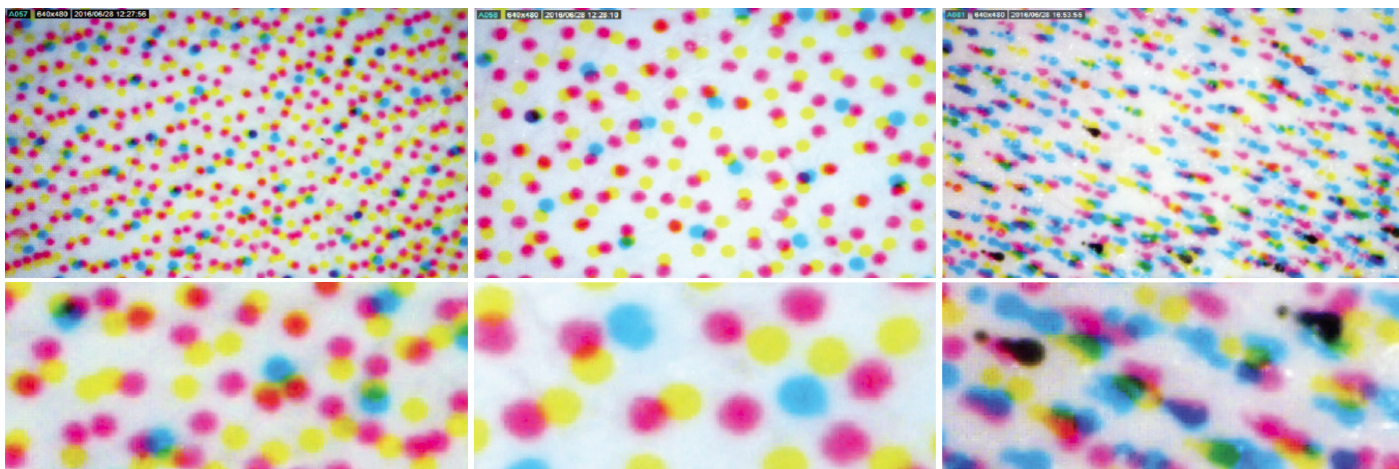


그림 5: 코닥 울트라스트림 기술(좌), 코닥 스트림 기술(중앙), 그리고 경쟁사 드롭-온-디멘드 방식(우)

위의 그림(그림 5)에서 코닥 울트라스트림 잉크젯 기술과 코닥 스트림 잉크젯 기술, 그리고 경쟁사 드롭-온-디멘드 잉크젯 기술 간의 도트 형성 시 차이점을 확인할 수 있습니다. 우측에서는 각각의 도트가 눈물 방울 형태를 띄어 불규칙적이고, 때로는 방울의 뒤에 작은 새끼 방울이 따라오는 것을 확인할 수 있습니다. 코닥 스트림 시스템(중앙)에서 생성되는 도트를 보시면 매우 규칙적인 형상이며, 다른 방울은 보이지 않습니다. 좌측은 코닥 울트라스트림 시스템을 통해 생성된 도트로, 매우 규칙적인 형태를 지니고 있는 것을 알 수 있습니다. 뿐만 아니라 스트림 시스템에서 생성된 도트와 비교해 크기도 작습니다. 이렇게 작은 도트 크기와 규칙적인 형태, 그리고 배치의 정확성은 코닥 잉크젯 전략의 기본이 되며, 여기에 더해 코닥의 잉크젯 잉크가 제공하는 한층 더 넓은 색상 범위가 경쟁력을 높여줍니다.

시스템으로 Verso TrueJet Glossy 용지 위에 인쇄를 진행하였습니다. 인쇄에는 코닥 PROSPER 수성 염료 잉크 및 포스트 코팅(post coating)을 적용했으며, 건조 속도 분당 500 피트에 해당하는 표준 PROSPER ULTRA 520 시스템을 사용하였습니다.

시험 결과 PROSPER ULTRA 520의 CMYK 잉크가 보이는 색상 범위는 두 오프셋 석판 인쇄 산업 표준 대비 월등하게 넓은 것으로 나타났습니다. 웹 오프셋(web offset)을 주 대상으로 삼는 SWOP의 경우, 코닥의 PROSPER ULTRA 520 시스템이 보이는 색상 범위가 95% 더 넓은 것으로 나타났습니다. GRACoL의 경우에는 매엽식 인쇄를 주 대상으로 하며, ULTRA 520의 색상 범위가 39% 더 넓었습니다(그림 6).

디지털 인쇄를 위한 색상 범위 확장

이러한 이점을 종합해 보면, 나노 입자 염료, 정확한 도트 배치, 그리고 인쇄 표면의 옵티마이저 용액이 어떻게 더 높은 품질로 이어지는지 명확하게 드러냅니다. 이를 객관적으로 증명하기 위해, 울트라스트림 기술의 CMYK 색상 범위와 산업용 석판인쇄 표준 2종을 비교해 보았습니다. 바로 SWOP (Specification for Web Offset Publications), GRACoL (General Requirements for Applications in Commercial Offset Lithography) 표준입니다. 이번 시험을 위해 코닥에서는 코닥 PROSPER ULTRA 520 인쇄

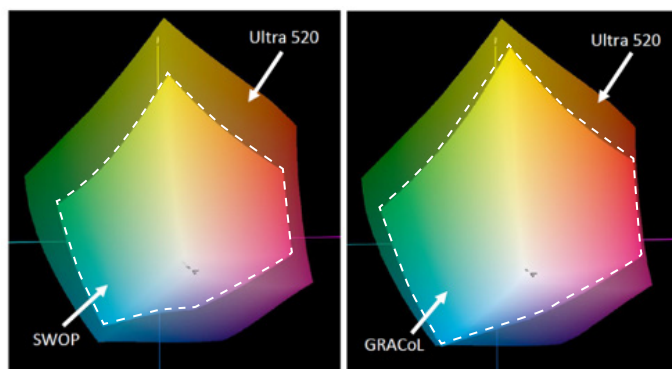


그림 6: 코닥 울트라스트림 기술 CMYK 색상 범위 대비 SWOP(좌) 및 GRACoL(우) 표준 간 비교.



코닥의 독자 기술을 통해 연속 잉크젯 인쇄 방식은 드롭-온-디멘드 방식과 비교해 몇 가지 측면에서 결정적인 이점을 지니고 있습니다.

잉크 및 옵티마이저 용액: 새로운 적용 분야 기회로 가는 열쇠

코닥은 우수한 품질과 기술을 결합해 울트라스트림 시스템 용 수성 잉크를 개발하였습니다. 그 시작은 먼저 미세한 입자로 염료를 분쇄하는 것으로부터 시작됩니다. 여기서 사용되는 기술이 바로 코닥의 마이크로 미디어 분쇄 기술이며, 이를 통해 초 미립자 구경(50 나노 미터 미만)에 해당하는 미세 염료 입자가 생산됩니다. 염료 입자가 작을수록 잉크 건조층의 두께가 얇아집니다. 따라서 빛의 산란도가 줄어들며, 좀 더 풍부하고 깊은 색감을 내면서 색상 범위가 넓어짐은 물론, 이미지의 보존성도 높아집니다. 뿐만 아니라 마이크로 미디어 분쇄 입자는 색 강도 역시 더 높아, 염료의 사용량을 줄이고도 똑같이 우수한 품질을 나타낼 수 있습니다. 울트라스트림 잉크는 이 뿐 아니라 습윤제 필요량도 줄어들게 되므로, 경쟁사 시스템대비 운영 비용을 절감할 수 있습니다.

하지만 이는 퍼즐의 한 조각에 불과합니다. 울트라스트림 시스템은 수성 잉크 수용성 전처리 약품을 사용하며 해당 약품은 수성 염료 잉크에 최적화되어 있습니다. 이러한 인쇄용 전처리 약품은 인쇄 표면의 종류와 관계없이 고속 인쇄 시에도 우수한 품질을 유지할 수 있도록 해 줍니다. 코닥은 신문, 무코팅 용지, 무광택 및 광택 코팅 용지 뿐 아니라 다양한 인쇄 표면에 적용할 수 있도록 여러 옵티마이저용액을 개발해 오고 있습니다. 새롭게 개발된 옵티마이저 용액으로 인쇄 코팅 및 무코팅 골판지 및 접이식 카톤 박스 등 새로운 인쇄 용도 대응이 가능해졌을 뿐 아니라, 플라스틱 필름, 금속화 표면, 유리, 이미 인쇄된 내용이 있는 플렉소 인쇄 또는 그라비아 인쇄 포장물 등 불투성 표면에도 대응이 가능한 필름 옵티마이저 용액도 개발되어 있습니다. 코닥 옵티마이저

용액은 기존의 단순한 표준 전처리 약품과는 다릅니다. 인쇄 표면 상에 잉크가 묻을 수 있도록 접착층을 구성하는 것 외에도 염료의 이동을 방지해 줍니다. 따라서 중간에 건조 시간이 없는 습식 고속 인쇄가 가능합니다. 우수한 품질의 고속 인쇄야말로 코닥 울트라스트림 시스템의 갖는 큰 이점입니다.

코닥의 수성 잉크와 옵티마이저 용액 사용 방식은 전처리와 인쇄, 보호를 통해 우수한 품질과 고속 인쇄를 실현하는 코닥의 특허 기술을 바탕으로 하고 있습니다.

- **전처리:** 잉크가 묻을 수 있는 옵티마이저 용액을 인쇄 표면 상에 얇은 막으로 도포해 효과적으로 인쇄가 이루어지도록 합니다.
- **인쇄:** 연속 잉크젯(CIJ) 인쇄 방식을 사용하여 넓은 색상 범위의 잉크를 사용해 고속으로 인쇄를 진행합니다. 잉크에 들어가는 습윤제의 함량도 줄여, 저렴한 비용으로 우수한 품질의 인쇄가 가능합니다.
- **보호:** 필요 시 마지막 단계로 접착형 라미네이팅 처리, 또는 바니시 처리를 통한 후처리 코팅을 실시, 광택을 추가하고 마모로부터 보호합니다.

시스템 단위에서 울트라스트림 연속 잉크젯 프린트헤드와 습윤제 함량을 줄인 수성 잉크, 나노 입자 염료와 인쇄 표면 최적화 표면 처리를 통해 저렴한 비용으로 높은 품질을 구현하는 고속 인쇄를 다양한 종류의 인쇄 표면에서 진행할 수 있습니다.



Figure 7: KODAK PROSPER ULTRA 520 Press and Uteco Sapphire EVO W Press

코닥 자체 및 파트너사 제품군

코닥이 자체 개발한 울트라스트림 제품은 PROSPER ULTRA 520 프레스 시리즈입니다. 롤 급지식 대용량 컬러 잉크젯 인쇄기로, 최대 인쇄 가능 폭은 20.5 인치 (520 밀리미터), 인쇄 속도는 분당 500 피트(150미터)에 달합니다. 듀티 사이클(duty cycle)은 A4/레터지 환산으로 월간 6천만 장에 달합니다. 600 x 1,800 dpi 해상도와 코닥의 나노 입자 수성 염료 CMYK 잉크를 더해 인치 당 200 라인 하프톤 스크린의 품질에 맞먹는 결과물을 제공합니다(그림 7).

뿐만 아니라, 코닥은 울트라스트림 프린트헤드 기술을 핵심 파트너사에게도 제공하고 있습니다. 울트라스트림 기술은 특별 제작된 옵티마이저 용액을 사용하는 경우, 울트라스트림 종이 인쇄 뿐 아니라 연 포장용도의 필름 프린팅까지 인쇄 범위를 확장해 줍니다. 필름 프린팅 용도 중에는 개인 위생 용품 등, 엄격한 안전 표준을 통과해야 하는 제품도 있습니다. 그 외 라벨 인쇄도 대응이 가능합니다.

코닥의 기술은 KODAK PROSPER QD 포장 잉크 및

필름 옵티마이저 용액이 2020 InterTech™ Technology Award 및 Keypoint Intelligence 2021 Outstanding Achievement Award for Packaging Inks and Film Optimizer Agent를 수상하면서 업계의 인정을 받은 바 있습니다. 코닥의 파트너 업체 중 하나인 Uteco 사 역시 SAPPHIRE EVO W 연 인쇄 시스템으로 Keypoint Intelligence 2021 Outstanding Achievement Award를 수상하였습니다. EVO W 연 인쇄 시스템은 코닥 울트라스트림 프린트헤드, 코닥 잉크, 옵티마이저 용액을 사용합니다.

결론: 디지털 인쇄의 유연성과 아날로그 인쇄의 품질 및 생산성을 동시에

코닥 울트라스트림 시스템은 연속 잉크젯 프린트헤드, 혁신적인 잉크 현상 약품과 옵티마이저 용액, 다년간에 걸친 코닥의 잉크젯 인쇄 노하우를 바탕으로 상용 디지털 인쇄의 새로운 기회를 열어줍니다. 울트라스트림 프린트헤드는 모듈형 설계 및 확장형 디자인으로 인쇄 폭 기준 4" ~ 98" (104 ~ 2500mm)에 걸쳐 원활한

결합이 이루어지도록 해 줄 뿐 아니라 종이는 물론 필름과 플라스틱 등 다양한 인쇄 표면에 대응이 가능합니다. 따라서 잉크젯 인쇄의 대응 영역을 넓혀 오늘날 디지털 인쇄 시대에 잉크젯이 직면한 도전에 대처해 나갈 수 있을 것입니다. 결론적으로 코닥은 오프셋, 석판 인쇄, 그라비아 인쇄, 플렉소 인쇄와 같은 아날로그 공정의 생산성과 품질을 유지하면서, 디지털 인쇄에 대응하기 위한 혁신적인 유연성을 동시에 갖추었습니다.

특징	장점
원형을 유지하는 3.75 피코리터의 미세 입자	다양한 장점 <ul style="list-style-type: none"> • 이미지 디테일의 정확한 재현 • 잉크 소비량 관리 및 비용 절감의 수단
600 x 1,800 dpi의 해상도	오프셋 인쇄에 맞먹는 고품질 하프톤 인쇄 가능
최고 해상도로 분당 500 피트 인쇄 가능	오프셋 석판 인쇄 등 기존 인쇄 방식과 맞먹는 수준의 생산성
마이크로 매체 분쇄	다양한 장점 <ul style="list-style-type: none"> • 더 넓어진 색상 범위 • 연료 절약으로 비용 절감 • 프린트헤드 수명 연장 기여
노즐 ~ 인쇄 표면 간 거리 8mm	종이와 충돌하거나 종이 분진으로 인한 헤드 손상 방지
잉크 방울 비행 속도 초당 20미터	안정적이고 높은 품질을 위한 정확한 잉크 방울 배치
수 천 시간에 달하는 프린트헤드 수명	인쇄 면적이나 잉크 소모량과 상관없이 안정적인 생산성
8 ~ 98 인치 인쇄 폭 지원(104 ~ 2500 밀리미터)	다양한 적용 분야에 대응할 수 있는 모듈화 및 유연성
옵티마이저 용액	종이, 필름, 플라스틱 등 다양한 인쇄 표면에 대응할 수 있는 유연성 제공

표 2: 울트라스트림 시스템의 특징점



코닥 울트라스트림 시스템은 오프셋 리토그래피 인쇄, 그라비아 인쇄, 플렉소 인쇄와 마찬가지로 아날로그 인쇄 방식의 높은 생산성과 품질은 물론, 디지털 인쇄가 지닌 유연성을 함께 제공합니다.



핵심 용어

연속 잉크젯 (CIJ): 코닥을 비롯한 산업용 잉크젯 인쇄 시스템 제조 업체에서 개발한 프린트헤드 기술

드롭-온-디멘드(DOD) 잉크젯: 가정 및 사무용 프린터에서 흔히 사용되는 방식을 상용 설비에 적용한 기술

듀티 사이클(Duty cycle): 상용 인쇄 시스템에서 한 달에 처리할 수 있는 최대 처리량(통상적으로 A4 용지 매수로 환산)

GRACoL (General Requirements for Applications in Commercial Offset Lithography): 오프셋 석판 인쇄 품질의 산업 표준으로, 매엽식 오프셋 인쇄를 대상으로 함

습윤제(humectants): 잉크젯의 잉크에 사용되는 화학 약품으로, 잉크가 말라 프린트헤드의 노즐이 막히는 것을 방지

마이크로 매체 분쇄: 염료 입자를 분쇄하는 코닥의 독자적인 기술로, 50나노미터 미만의 초소형 굵기로 균일하게 입자를 파쇄하는 기술

옵티마이어 용액: 옵티마이어 용액은 코닥이 개발한 프리코팅 전처리 약품으로 잉크/종이 간의 상호 작용을 촉진해 염료의 이동을 즉각적으로 차단하고, 종이나 다른 인쇄 재질에 매우 빠르게 부착될 수 있도록 함

SWOP (Specification for Web Offset Publications): 오프셋 석판 인쇄 품질의 산업 표준으로, 매엽식 오프셋 인쇄를 대상으로 함

코닥 스트림 잉크젯 기술: 공기 굴절 CIJ 프린트헤드 기술은 코닥의 PROSPER S-시리즈 및 6000 시리즈, 그리고 연 포장(개인 위생 용품), 홈 데코(벽지 및 바닥재) 제품 장식 인쇄 등에 이용되는 제휴사 UTECO의 SAPPHIRE EVO M에 적용

코닥 ULTRASTREAM 잉크젯 기술: 정전기 굴절 CIJ 프린트헤드 기술은 코닥의 PROSPER ULTRA 520 프레스 및 연 포장(개인 위생 용품), 홈 데코(벽지 및 바닥재) 제품 장식 인쇄 등에 이용되는 제휴사 UTECO의 SAPPHIRE EVO M에 적용

[KODAK.COM/GO/ULTRASTREAM](https://www.kodak.com/go/ultrastream)

Eastman Kodak Company 343 State Street Rochester, NY 14650 USA 코닥의 기술로 제작.
© Kodak, 2022. 코닥, Ultrastream, Prosper는 코닥의 상표입니다. K-904.22.08.01.EN.02

