

OPC 드럼 자동 외관 검사 장치

글 | 야스카와 미노루, 시게야마 요시히데
우에다 야스히로, 나카무라 아츠요시

전자 사진 방식의 복사기와 프린터의 기간 부품인 유기 감광체 드럼 (OPC 드럼: Organic Photo Conductor Drum) 은 현재, 숙련된 검사원들에 의해 외관 검사 및 화질 검사가 이루어지고 있다. 저자들은 OPC 드럼 외관 검사를 자동화하는 데 있어 박막의 가장 바깥 표면의 흠집과 이물질, 내부 혼입 이물질, 기포 뿐만이 아니라 도포 얼룩에 의한 콘트라스트가 낮은 색 얼룩과 미소한 박막두께 얼룩도 검출하는 광학계 및 검출 알고리즘을 개발했다. 이것을 이용한 OPC 드럼 자동 외관 검사 장치를 도입하여 생산 속도 약 10.5초/개 (드럼 직경 50mm, 길이 350mm) 에서 OPC 드럼의 자동 외관 검사를 가능하게 하였다¹⁾. 복사기의 디지털화에 따라 이번에 디지털용 드럼에 대한 대응을 했으므로 그 내용을 중심으로 기술한다.

1. 머리말

최근 복사기와 프린터의 고기능화에 따라 전자 사진 방식에 있어 농담 재현성, 색 재현성 등 화질에 대하여 높은 품질이 요구 받게 되었다. 특히 그 중심 부품인 OPC 드럼은 화상 형성 시 품질에 크게 영향을 끼치기 때문에 화질 검사와 더불어 생산 공정에서 OPC 박막 도포 직후의 외관 검사가 중요하게 되었다.

종래, OPC 드럼의 외관 검사는 숙련된 검사원의 목시(目視) 검사로 이루어졌는데 판단 기준에 있어서 개인차가 있거나 피로로 인해 검사 정밀도에 변동이 생기기도 하여 안정성, 정량성 그리고 객관성이 결여되는

것 뿐만이 아니라 검사원에게 있어서도 육체적, 정신적인 고통이 따르는 작업이었다. 한편, OPC 드럼 표면의 흠집이나 이물질, 내부 도포 얼룩, 줄무늬 등을 결함으로 검출하는 자동 외관 검사 장치가 몇 가지 개발되어 있으나 도포 얼룩으로 인한 저 콘트라스트의 색 얼룩 검출 감도는 충분치 못하며 막 두께 이상을 검출할 수 없다는 등의 문제점이 있다. 특히 복사기의 디지털화에 따라 막 두께 이상에 대해서는 현재이상 검출이 곤란해졌다.

우리들은 박막 가장 바깥쪽 표면의 흠집과 이물질, 박막층 내부의 혼입 이물질이나 기포 뿐만이 아니라 도포 얼룩이 원인인 저 콘트라스트의 박막층 내부의 색 얼룩, 미소한 막 두께 불규칙을 검출하는 광학계 및 검출 알고리즘을 개발하여 검사 결과 데이터를 신속하게 공정에 적용함으로써 결함 발생 공정의 조기 발견 및 공정 개선을 목적으로 한 OPC 드럼 자동 외관 검사 장치의 개발 및 사내 도입을 실시하였다. 또한 본 장치는 자동 검사에 필요한 양부 판단 검사 기준치의 결정을 돕는 모드를 갖추고 있어 검사

데이터의 등록이 순조롭게 이루어지게 되었다.

2. 검사 대상

OPC 드럼은 박막3층으로 다층 구조로 되어있다. 본 검사 장치에서는 드럼 표면의 흠집과 이물질에 의한 결함, 드럼 내부 각 층의 혼입 이물질과 기포, 색 얼룩에 의한 결함, 여기에 막 두께의 두께 얼룩에 의한 결함을 검사 대상으로 하고 있다.

2.1 OPC 드럼의 구조

그림 1은 OPC 드럼의 구조이다. OPC 드럼은 원통형의 알루미늄 소관 위에 언더 코트층(UC층: Under Coat Layer)이 코팅되어 있으며 그 위에 전하 발생층(CG층: Charge carrier Generation Layer), 전하 수송층(CT층: Charge carrier Transport Layer)이 코팅되어 있는 3층 박막 구조로 되어있다.

2.2 결함의 종류

외관 검사 시 대상이 되는 결함은 막 두께 불규칙, 내부 결함, 표면 결함 이렇게 크게 3가지로 분류된다. 그림 2에 화질 불량 원인이 되는 결함을 나타내었다.

막 두께 불규칙은 그림 2의 A에서와 같이 3층 구조의 박막 두께가 정상치보다도 적거나(얇거나) 큰(두꺼운) 경우에 발생하는 결함이다. 눈으로 보는 검사에서는 단일 파장의 조명을 비추었을 때 발생하는 박막에 의한 간섭무늬를 이용하여 막 두께 불규칙의 검출을 실시하고 있다. 디지털용 드럼의 경우 알루미늄 소관 표면 조도가 크기 때문에 간섭무늬가 약하며 또한 눈으로 보기가 곤란하다.

내부 결함은 그림 2의 B, C에서와 같이 3층 구조의 내부에 발생한 기포와 도막 도중에 부착된 이물질 등에 의한 것이나 도막 얼룩에 의한 농담색 얼룩으로 인한 결함이다. 이것에는 백색광원 조명에 의한 정반사광 관찰에서 목시 검사를 실시한다. 표면 결함은 그림 2의 D에서와 같이 드럼의 표면 층에서의 접촉에 의한 흠집이나 부착된 이물질에 의한 결함이다. 이것에는 백색광원 조명을

표 1. 외관 검사 결함

	막 두께 불규칙	표면 결함	내부 결함
결함의 종류	막 두께의 얼룩	표면의 흠집이나 이물질	내부 이물질이나 기포, 도막의 색 얼룩
목시 검사 방법	단일 파장 조명으로 간섭무늬 관찰	백색광으로 난반사광 관찰	백색광으로 정반사광 관찰
결함 외관	간섭무늬의 변화	난반사광의 고 휘도부	정반사광의 휘도 변화

사용하지만 난반사광으로 검사를 실시한다. 또한 목시 검사에서는 모든 한계 샘플을 참조하여 양부 판정을 실시한다.

표 1에 결함의 종류, 목시 검사 방법과 목시 검사 시의 결함 외관을 정리하였다.

우리들은 주로 결함 A(막 두께 불규칙)와 결함 C(도포(색)얼룩)의 검출 광학계 및 알고리즘 개발을 목적으로 자동 검사 장치를 개발하였다.

3. 검사 장치

우리들이 개발한 OPC 드럼 자동 외관 검사 장치는 드럼을 반송하는 반송 스테이션 및 결함 종류에 적합한 광학·촬상계를 가진 3기의 각각 다른 검사 스테이션으로 구성되어있으며 각각의 검사 스테이션에는 화상처리를 하는 3대의 검사 PC가 접속되어 있으며 이들 전부를 종합 제어하고 검사 결과 데이터를 처리하는 제어 PC 1대로 구성된다.

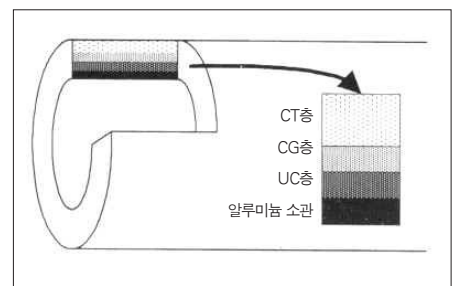


그림 1. OPC 드럼의 구조

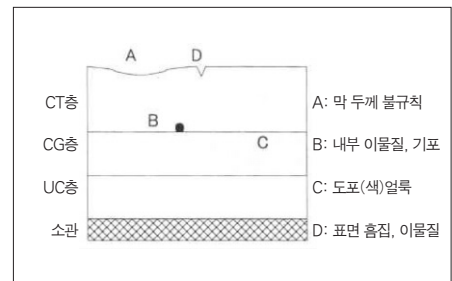


그림 2. 각 결함 발생 부위

3.1 전체 구성도

그림 3에 본 검사 장치의 개관을 나타내었다. 자동 검사 시에는, 피검사 드럼은 반송 스테이션상을 그림 3에서 보면 위에서 좌로 반송된다. 투입 에어리어에서 투입되는 피검사 드럼은 검사 에어리어에 반송되어 검사1(막 두께 불규칙 검사), 검사2(내부 결함 검사), 검사3(표면 결함 검사)가 순서대로 이루어진다. 각 검사 광학계에서 촬상된 화상은 각각에 접속되어 있는 검사 PC에 입력되어 각 결함에 적합한 알고리즘으로 화상 처리가 이루어져 결함이 검출된다. 각 검사 결과는 제어 PC에 송신되어 종합적으로 정리된 후 모니터에 양부 판정 결과가 표시된다. 검사가 끝난 드럼은 회수 에어리어에 반송되어 자동검사는 완료된다. 여기서 각 검사는 파이프 라인 처리로 검사가 이루어져 고속 검사가 가능하다.

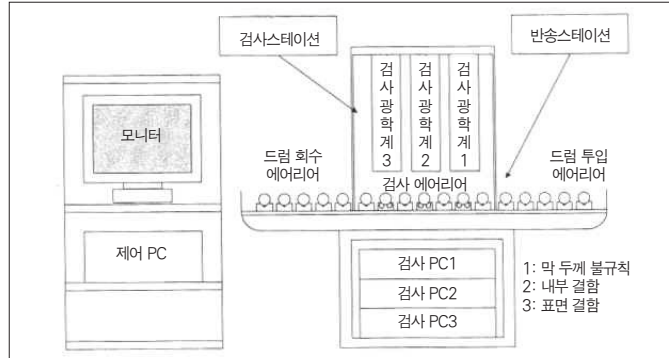


그림 3. OPC 드럼 자동 외관 검사 장치의 개관

3.2 촬상 광학계

검사 에어리어로 반송되어 온 피검사 드럼은 막 두께 불규칙, 내부 결함, 표면 결함에 대응한 각각 다른 3개의 촬상광학계로 구성된 각 검사 스테이션에서 검사가 이루어진다. 각 검사 스테이션에서는 드럼의 회전축을 중심으로 드럼이 회전하여 광축이 이 회전축에 직각이 되도록 설치된 라인 센서로 드럼 전면의 화상이 촬상된다. 여기서는 각각의 결함 관찰과 촬상에 필요한 조명, 촬상 디바이스 및 이들의 위치 관계를 설명하겠다.

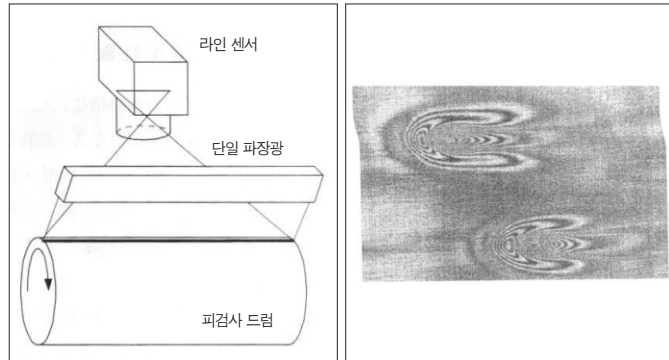


그림 4. 막 두께 불규칙 검사의 촬상 광학계 그림 5. 막 두께 불규칙에 의한 간섭무늬 발생

3.2.1 막 두께 불규칙 검사의 촬상 광학계
막 두께 불규칙의 검사 화상은 그림 4에서와 같이 조명에 단일 파장 광원(파장 약 590nm)을 사용하여 그 정반사광을 4096 화소의 라인 센서를 사용하여 촬상한다. OPC 드럼의 박막층에서는 주로 반사광과 알루미늄 소관면의 반사광에 의한 간섭이 발생하며 막 두께에 변화가 있는 경우에는

광도 얼룩이 발생하여 화상상에서는 농담의 무늬가 관찰된다. 이것을 간섭무늬라고 하며 그림 5에서와 같이 막 두께에 급격한 변화가 발생했을 때는 간섭무늬의 밀도가 높아지는 것을 알 수 있다.²⁾

이번 디지털용 드럼에 대한 대응으로써 조명에는 그림 6에서와 같이 슬릿상의 차광판을 설치하여 정반사 방향이외에서의 빛이 소관표면에서 산란반사하여 대비가 낮아지는 것을 막고 있다. 차광판의 효과를 그림 7에 나타내었다.

3.2.2 내부 결함 검사 촬상 광학계

그림 8에서와 같이 내부 결함의 검사 화상 촬상 광학계는 동축낙사광학계로 구성되어 있으며 광원에는 백색광원인 할로겐 램프 조명이 사용되고 있고 그 정반사광을 2048화소의 TDI 라인센서를 사용하여 촬상한다.

TDI 라인센서는 1차원 어레이 센서를 여러 단 갖추고 있어 피검사 드럼의 회전에 맞추어 각 센서에서 순서대로 동일 부분을 촬상·축적함으로써 센서간의 편차를 없애, 고 콘트라스트, 고 S/N 화상을 촬상할 수 있다.

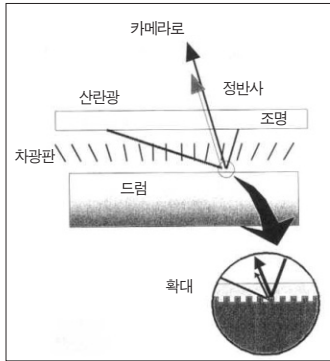


그림 6. 산란광에 의한 대비 저하

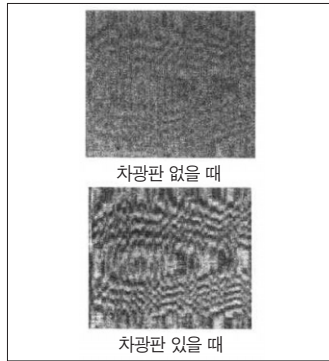


그림 7. 차광판의 효과

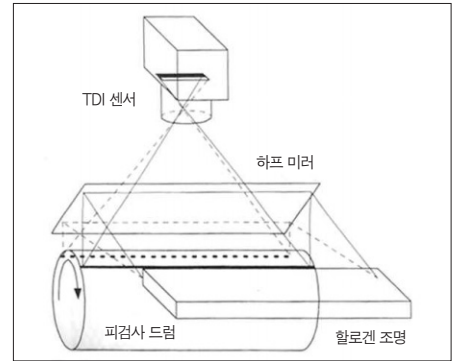


그림 8. 재부 결함 검사 촬상 광학계

표 2. TDI 센서와 라인 센서 비교

	TDI센서	라인 센서
대비	12	6
노이즈(편차)	1.895	2.052
S/N 비	6.332	2.924

표 3. 각 촬상 광학계의 구성

	막 두께 불규칙	내부 결함	표면 결함
광학계	정반사광	동축낙사	동축낙사
조명	단일파장광	할로겐	할로겐
센서	라인 센서	TDI 센서	라인 센서
화소수	4096화소	2048화소	4096화소
계조	256(8bit)	256(8bit)	256(8bit)

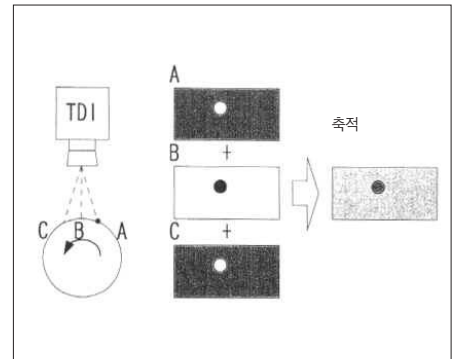


그림 9. TDI 센서로 표면 이물질 촬상

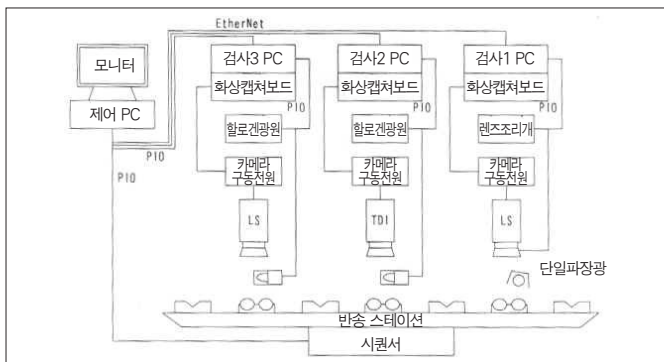


그림 10. OPC 드럼 자동 외관 검사 장치 하드웨어 구성

본 검사 장치에서는 256계조의 TDI센서를 채택함으로써 표 2에 나타나 있는 바와 같이 라인 센서에 대비에서 2배, S/N비에서 약 2.2배의 향상을 가져왔다.

3.2.3 표면 결함 검사 촬상 광학계

표면 결함의 검사 화상 촬상 광학계는 그림 8의 촬상 광학계에서 센서를 4096화소의 라인 센서로 교체한 것이다. 그림 9에서와 같이 TDI 라인센서는 2차원적인 퍼짐을 가지고 촬상하기 때문에 흠

집과 이물질을 관찰할 때 센서의 초기 단계나 종료 단계(그림 9의 A 및 C)에서는 주로 난반사광 성분을 검출하기 때문에 표면 결함부가 고휘도가 되고, 센서의 중간 단계에서는 주로 정반사광 성분을 검출하기 때문에 표면 결함부는 저휘도가 된다. 이것이 축적되면 대비가 낮은 화상이 되어 버린다. 이 때문에 드럼 표면의 흠집과 이물질의 촬상은 라인 센서쪽이 적합하다.

표3에 촬상 광학계의 구성을 정리하였다.

3.3 하드웨어 구성

그림 10에 나타나 있는 바와 같이 3대의 검사 PC와 제어 PC는 각각 Ether Net에 접속되어 있어 제어 PC에서 검사 PC로 검사 명령을 보내고 검사 PC에서 제어 PC로 검사 결과를 보낸다. 또 모든 검사 PC 및 제어 PC와 시퀀서는 PIO로 접속되어 있다.

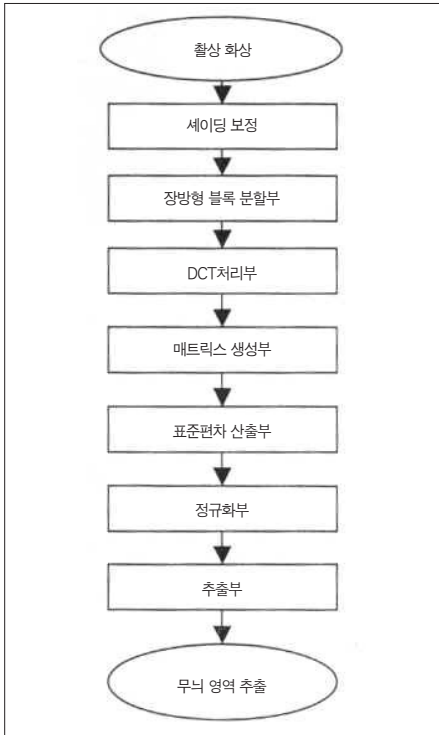


그림 11. 막 두께 불규칙 검사 알고리즘

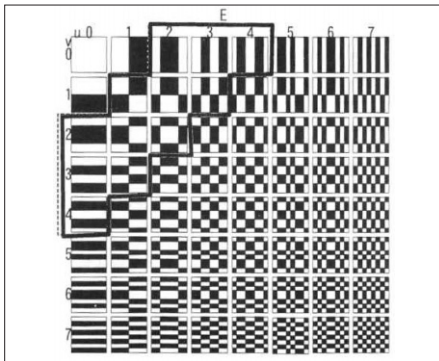


그림 12. 변환계수에 대응하는 기저 화상

각 검사 스테이션은 1대의 검사 PC, 센서, 화상 캡처보드 및 광원으로 구성된다. 검사 PC에서의 IO출력으로 조명의 조광이 가능하며 센서에서 촬상된 화상은 화상 캡처보드에 담겨진다. 피검사 화상은 검사 PC의 내부 메모리로 보내져 CPU에 의해 처리되기 때문에 특수한 화상 처리 보드는 사용하고 있지 않다.

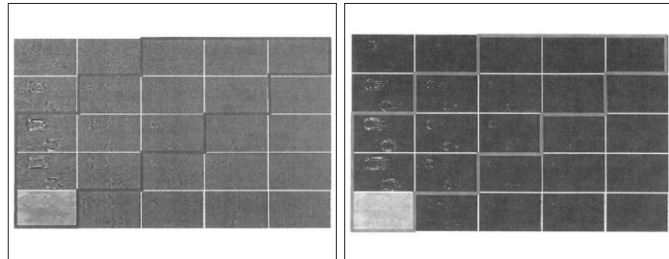


그림 13. DCT에 의한 공간 주파수 분석 그림 14. 주파수 강도 화상 화상

4. 결함 검출 알고리즘

검사 알고리즘은 각각의 광학계에서 촬상된 화상의 특징을 살려 각 결함 검출에 적합한 것을 개발하였다.

4.1 막 두께 불규칙 검사 알고리즘

막 두께 불규칙 검사의 알고리즘은 막 두께의 급격한 변화에 의한 간섭 무늬의 발생을 검출하는 것을 목적으로 하며 조명의 조도 불규칙 등을 보정하는 셰이딩 보정 후 DCT로 주파수 분석을 하고 변환계수가 높은 부분이 연속되어 있는 부분을 추출하는 방식으로 검출한다.

그림 11은 막 두께 불규칙 검사 알고리즘의 플로차트이다.

먼저 셰이딩 보정 후의 화상 $I_{ij}(0 \leq i \leq 4095, 0 \leq j \leq 2047)$ 을 장방형 블록 $B_{mn}(0 \leq m \leq 512, 0 \leq n \leq 256)$ (장방형 사이즈 8×8 화소)로 분할하여 각 장방형 블록에 대해 식 (1)의 DCT(이산 코사인 변환)을 실시하여 공간 주파수 분석을 한다.³⁾

$$S_{uv} = \frac{1}{4} C_u C_v \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 P_{xy} \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16}$$

식 (1)에서

단, $C_u, C_v = \frac{1}{\sqrt{2}} : u, v = 0$

= 1; 그 외

P_{xy} 는 장방형 블록 B를 구성하는 화소 농담치

이렇게 얻어진 각 장방형 블록 B_{mn} 마다의 변환계수(S_{uv}) mn 중 물리적인 의미가 있는 저 주파영역E(그림 12의 굵은 선 안에 있는 기저 화상에 대응)에 대해서만 착안한다. 그림 13은 공간 주파수 분석 화상이다.

표 4. 기저 주기별 추출 블록

u \ v	0	1	2	3	4
0					
1					
2					
3					
4					

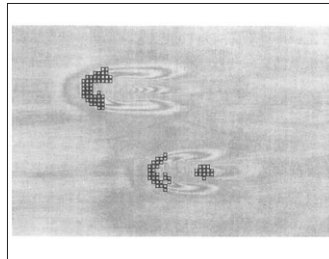


그림 15. 간섭 무늬 검출 예

다음으로 DC성분 화상의 표준 편차 σ_{00} 와 변환계수의 표준편차 σ_{uv} 를 사용하여 변환계수 S_{uv} 를 정규화하여 절대치를 구함으로써 주파수 강도 I_{uv} 를 얻는다(식 (2)). 그림 14는 주파수 강도 화상이다.

$$I_{uv} = W_{sv} \left| S_{uv} \times \frac{\sigma_{uv}}{\sigma_{00}} \right| \quad \text{식 (2)에서}$$

$$W_{sv} \begin{cases} 1 & ; u = v = 0 \\ 4 \times 2^{u+v-1/4} & ; \text{그 외} \end{cases}$$

이것은 촬상 시의 조명 강도의 변화 등에 의한 무늬 대비의 절대적인 변화에 영향이 없고 로버스트성이 높은 검출이 가능하다. 또 각 기저 주파수를 등가로 취급하기 때문에 각 주기의 변환계수에 가중치 W_{uv} 를 곱한다.

다음으로 주파수 강도 화상에 대하여 표 4에 나타낸 기저 주파수 별 추출 블록 내 주파수 강도의 평균치가 기준치를 넘는 블록을 추출하여 각 주파수 화상 결과를 정리한다.

즉 무늬가 2차원에서 매끄럽게 연속된다는 성질을 이용하여 연속 블록을 추출하여 그 결과를 정리함으로써 간섭 무늬 부분이 검출된다.

촬상 화상에서 간섭 무늬 부분을 검출한 모습을 그림 15에 나타내었다.

4.2 내부 결함 검사 알고리즘

내부 결함 검사 알고리즘은 드럼의 회전축에 따라 나타나는 도포 얼룩이 원인인 피검사 화상 내의 저 콘트라스트 농담 얼룩 검출을 주목적으로 한다.

그림 16은 내부 결함 검사 알고리즘의 플로차트이다. 우선 검사 화상을 장방형 영역에 분할하여 X축 방향으로 사영하여 분할치를 구함으로써 드럼 종방향의 얼룩을 강조함과 동시에 라인 센서에 의한 조명 얼룩과 셰이딩 등의 노이즈에 대해 로버스트한 결함 특

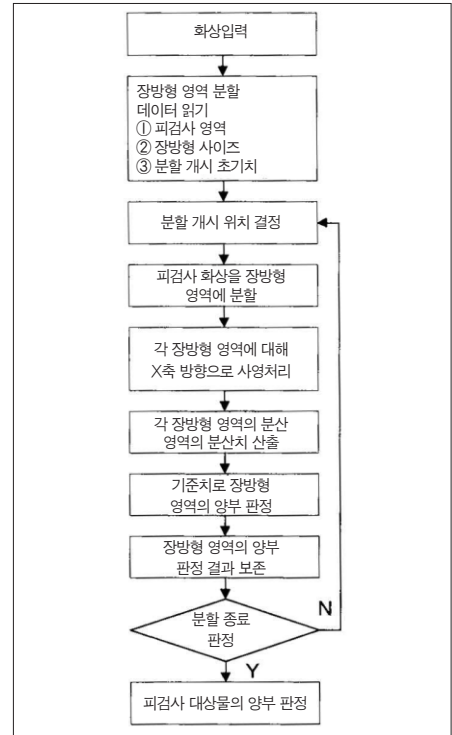


그림 16. 내부 결함 검사 알고리즘

성치를 구한다.

또한 장방형 영역을 주사함으로써 국소성을 배제하고 저 콘트라스트 얼룩의 검출을 가능하게 하였다.

4.3 표면 결함 검사 알고리즘

표면 결함 검사 알고리즘은 드럼 표면에 부착된 미소한 흠집과 이물질이 원인인 피검사 화상내의 휘도 저하부위 또는 상승부위의 검출을 목적으로 한다.

그림 17은 표면 결함 검사 알고리즘의 플로차트이다. 여기서는 검사 화상에 대하여 최대치 필터 처리한 화상과 최소치 필터 처리한 화상의 차분 화상을 장방형 영역에 분할하여 평균치를 구함으로써 장방형 사이즈에 맞는 이물질의 결함 특성치를 구한다.

내부 결함 검사와 마찬가지로 장방형 영역을 주사함으로써 국소성을 배제하고 미소 이물질의 검출을 가능하게 하였다.

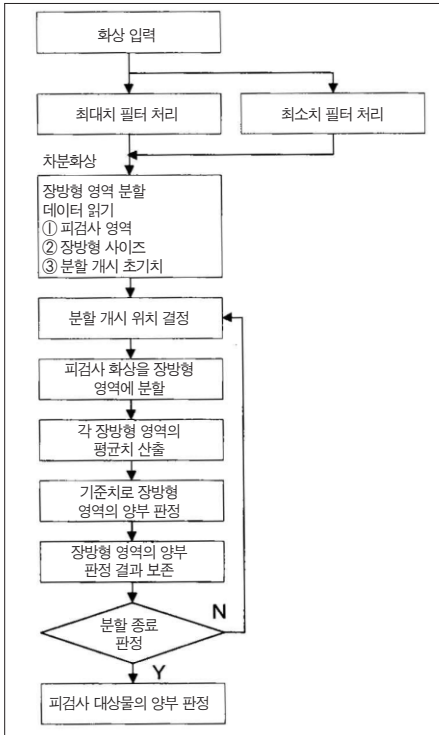


그림 17. 표면 결함 검사 알고리즘

표 5에 각 검사 알고리즘에서 직경 50mm, 길이 350mm의 드럼 전면의 화상 처리에 필요한 시간을 나타내었다.

5. 자동 검사 운용

본 검사 장치에서는 자동 검사 모드와 함께 자동 검사 시에 필요한 양부 판정 기준치의 결정을 돕는 유틸리티/툴도 갖추고 있다.

5.1 자동 검사

제어 PC에서 검사 데이터가 선택된 후에 자동 검사 모드가 선택되면 Ether Net을 통하여 각 검사 PC에 검사 데이터가 송신되는 자동 검사 모드에 들어간다.

또 반송 스테이션의 시퀀서에 IO를 통하여 제어 PC에서 자동 검사 모드의 명령이 송신된다.

자동 검사 중에 반송 스테이션상에 드럼 투

표 5. 검사에 필요한 화상 처리 시간(msec)

	막 두께 불규칙	내부 결함	표면 결함
처리 시간	6.37	1.43	6.31

입 에어리어에서 피검사 드럼이 투입되면 피검사 드럼은 드럼 투입 에어리어에서 검사 에어리어를 통과하여 회수 에어리어로 반송된다.

검사 에어리어에서는 막 두께 불규칙 검사, 내부 결함 검사, 표면 결함 검사 순으로 실시된다. 각 검사는 각각 개별적인 스테이션에서 동시에 이루어지는 파이프 라인 구성이기 때문에 고속 검사가 가능하다. 각 검사 스테이션에서는 필요에 따라 촬상 화상의 휘도를 일정하게 하기 위해 자동 조광이 이루어지고 제어 PC에서 송신된 검사 데이터에 근거하여 검사 처리가 실시된 후 각각의 모든 검사 결과는 Ether Net에 의해 제어 PC에 송신된다.

회수 에어리어에 도달한 드럼의 각 검사 별 검사 결과와 함께 종합적인 양부 판정 결과가 제어 PC의 모니터상에 표시된다. 양부 판정 확인 후 드럼이 회수됨과 동시에 검사 결과의 모니터 표시는 사라지며 그 결과는 기억 장치 내에 보존 되어 생산 공정 개선 등에 이용된다.

5.2 검사 데이터 등록

자동 검사에서 필요한 검사 데이터 등록은 검사 담당자가 해야 한다. 검사 데이터의 주 내용은 피검사 드럼의 검사 영역 및 양부 판정에 필요한 검사 기준치이다. 여기서 검사 영역은 인쇄에 필요한 범위에서 반드시 결정된다. 그러나 양부 판정의 검사 기준치는 몇 개의 양품 샘플 드럼을 이용하여 이들을 양품으로 판정하는 검사 기준치를 결정된 뒤에 동일한 검사 기준치에 의해 불량품 샘플 드럼이 확실히 불량품으로 판정 받는 것을 확인할 필요가 있다.

우리들은 이 검사 기준치 결정 작업을 돕기 위하여 본 검사 장치에 기준치 결정 모드 및 검사 확인 모드를 설정하였다.

기준치 설정 모드에서는 양품 샘플 드럼이 투입되면 미리 결정된 검사 영역을 이용하여 임시 검사 기준치로 자동 검사와 동일한 검사 처리를 실시한다. 여기에서 결함이 발생한 경우에는 서서히 검사 기준치의 폭을 완만하게 하고 반대로 결함이 발생되지 않은 경우에는 검사 기준치를 엄격하게 해 나가 재 검사 처리를 실시하여 양부의 경계가 되는 검사 기준치를 이끌어 낸다. 이처럼 여러 대의 양품 샘플 드럼에 대해 양부의 경계가 되는 검사 기준치를 찾아내 이 결과를 제어 PC에 송신한다. 제어 PC에서는 복수의 경계 기준치 데이터로부터 검사 마진 등을 고려한 자동 검사용 검사 기준치가 제시되고 검사 데이터에 등록된다.

표 6. 검사 장치 사양

검사 항목	막 두께 불규칙	내부 결함	표면 결함
검사 대상	막 두께의 불규칙	내부의 이물질이나 기포, 도막의 색 얼룩	표면의 흠집이나 이물질
검사 감도(mm)	1.0×1.5	0.72×0.72	0.78×0.75
분해능(mm)	0.09×0.12	0.18×0.18	0.09×0.12
택트타임	10.5(sec)		

검사 확인 모드에서는 이렇게 결정된 검사 기준치에 대해 불량품 샘플 드럼 또는 양품 샘플 드럼을 이용하여 타당성을 확인 할 수 있다. 이 모드에서는 상기에서 결정된 검사 기준치로 여러 대의 샘플 드럼의 검사 처리가 이루어지고 검사 결과 화상은 각 검사 PC에 보존된다.

검사 종료 후에는 검사 담당자가 제어 PC에서 조작하여 샘플 드럼에 대응하는 각 검사 처리의 결과 화상을 표시할 수 있으며 또한 샘플 드럼과 검사 결과 화상을 비교하여 검사 기준치의 타당성을 확인 할 수 있다.

6. 장치의 기능과 평가

그림 18은 우리들이 개발한 OPC 드럼 자동 외관 검사 장치의 외관도이다. 본 검사 장치는 막 두께 불규칙, 내부 결함, 표면 결함, 이 3종류의 검사를 돕고 있으며 각 검사를 파이프 라인 처리로 실시하여 화상 촬상, 처리, 드럼 반송 등을 포함한 생산 속도 약 10.5초를 달성하였다. (드럼 직경 50mm, 드럼 길이 350mm인 경우) 각 검사 의 분해능 등의 검사 사양을 표 6에 나타내었다.

7. 맺음말

이상 우리가 개발한 OPC 드럼 자동 외관 검사 장치에 대해 보고 하였다. 아래에 다시 한번 정리해보겠다.

- ① TDI 센서를 이용한 동축낙사 광학계로 내부 결함인 저 대비의 색 얼룩의 촬상에서 라인 센서에 비해 약 2.2배의 S/N 향상을 이루었다.
- ② 디지털용 드럼의 막 두께 검사에서는 박막 간섭 무늬를 강화하는 광학계의 개량과 DCT을 이용한 검사 알고리즘의 개량으로 막 두께 변화에 의한 미약한 간섭 무늬의 추출을 가능하게 하였으며 고속· 고정도의 막 두께 불규칙 결함의 검출을 실현하였다.
- ③ 본 검사 장치로 막 두께 불규칙, 내부 결함, 표면 결함 검사를

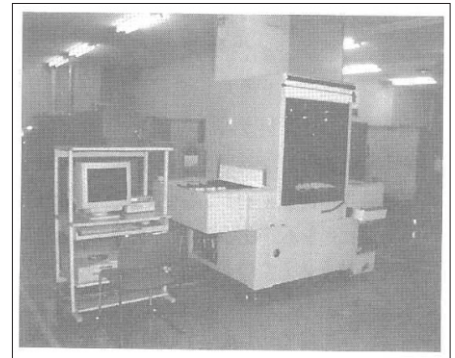


그림 18. OPC 드럼 자동 외관 검사 장치

모두 지원하고 택트타임 약 10.5초/개 (드럼 직경50mm, 드럼 길이 350mm)를 달성하였다.

참고문헌

1. 시게야마 요시히데, 우에다 야스히로, 나카 무라 아츠요시 : "OPC 드럼 외관 검사 장치" 제 11회 <외관 검사의 자동화> 워크숍, pp.95~100(1999.11)
2. 박막 핸드북, 오므 사
3. 키야 히토시, 마츠모토 쇼고 : 멀티 미디어 기술의 기초 DCT 입문, CQ 출판사(1997)