

델파이법을 이용한 금융통장 정보 인식용 광학필터 결정인자 도출에 관한 연구

유형근^{1,a}, 이강원¹

¹ 서울과학기술대학교 산업정보시스템공학과

A Study on the Selecting Determine Factors of Optical Filter for Recognition Financial Account Using Delphi Method

Hyeung Keun Yu^{1,a} and Kang Won Lee¹

¹ Department of Industrial Engineering, Seoul National University of Science and Technology,
 Seoul 139-743, Korea

(Received September 23, 2013; Revised October 2, 2013; Accepted November 2, 2013)

Abstract: In this paper, we have researched semiconductor optical filters to solve the problem of the high failure rate that are recognize bad of financial account, jam of financial account and the ATM service interruption due to failure of accurate location information among the operation of the ATM (automatic teller machine) systems. A semiconductor optical filters that have high resolution and less diffuse, high transmittance are able to detect the information of financial account surface accurately. Therefore, it is a stable filter that is able to minimize the incidence of disability. In this paper, we drew the determinants by element for implement an excellent semiconductor optical filters. Based on this, we had to be able to implement the semiconductor optical filter that is able to be mounted on the actual ATM system through future studies.

Keywords: Bankbook, Information recognition, Semiconductor, Optics filter, Optical glass, ATM (automatic teller machine), APT (automatic passbook terminal), CIS (contact image sensor), Photo sensor, CCD/CMOS, Visual light, MEMS (micro electro mechanical systems), Diffuse reflection, Penetration ratio, Reflexibility

1. 서 론

각국의 금융기관에서는 다양한 금융자동화기기 제품을 도입하여 운영 중에 있으며, 금융기관의 유인

창구가 금융자동화기기로 대체되는 추세이다 [1]. 본 연구는 기존 금융통장 프린터에서 정보 인식용으로 사용되는 국내외에서 가장 많이 사용되는 기술 3가지를 조사하였다. 정보 인식 3가지 기술은 첫째, 밀착형 이미지센서 (contact image sensor, CIS) [2,3,11]이고, 둘째, 광센서 (optical sensor) [4-6], 셋째, 전자결합소자 (charge coupled device, CCD) [7,14]와 카메라로 구성된 장치들이다. 이들의 장단점을 살펴보고 금융자동화기기에서 금융통장 정보 인식에 대한 문제점을

a. Corresponding author: yudison@naver.com

Copyright ©2014 KIEEME. All rights reserved.
 This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

분석 및 고찰하여 개선점을 제시하고자 한다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 기존의 기계와 전자적인 장치로 구분되는 형태에서 벗어나, 새로운 기술로 정보를 정확하게 인지 및 판단할 수 있는 반도체 광학필터를 연구하였다.

기존의 문제점은 첫째, 금융통장 정보를 정확하게 인지하지 못하고 위치 판별이 부정확한 상태에서 금융통장에 이중으로 인쇄되는 문제와 둘째, 금융통장 인쇄 페이지를 건너뛰는 문제점이 있고, 셋째, 금융통장 상태가 black²⁾일 때에도 정확하지 못하기 때문에 white 상태로 인식되어 통장이 걸리는 문제점이 있다. 문제를 해결하기 위해서 자동화기기 내부에서 이루어지는 금융통장의 정보 인식, 위치 판별에 반도체 광학필터를 적용함으로써 금융통장 정보를 정확하게 인식하고 판별하여 자동화기기의 오작동을 사전에 제거할 수 있는 대안 기술 관한 연구 논문이다.

2. 실험 방법

2.1 기존 요소기술 조사와 문제점 분석

2.1.1 기존 금융통장 정보인식 방법

아래의 그림 1은 금융자동화 기기에서 금융통장 정보를 인식하는 단계를 4단계로 구분한 개략적 흐름도이다. 금융통장 정보 인식은 통장 내부에 특수하게 기록된 암호코드를 판독하는 것을 의미하며, 금융통장 정보 인식 형태는 다음과 같이 처리된다. 1차로 자동화기기의 금융통장 투입구에 금융통장이 투입, 감지되면 2차로 자동화기기 내부에 장착된 이송장치 (loading mechanism) 의해 이송된다. 이송 과정에서 금융통장 정보 인식 장치에 의해 금융통장 마그네틱 필름 (magnetic stripe film) 정보가 인식된다 [9]. 그리고 페이지 마크 (page mark)를 판독하고, 판독이 완료되면 마지막 정보 인쇄 라인 (page last printed line)을 판독하여 인쇄지면 상태를 인식하게 되는데, 페이지마크 정보와 금융통장 지면에 마지막 인쇄라인 정보를 판독하는 과정이 3차 flow이다.

2) Black: 금융통장이 자동화기기 내부 Loading Mechanism에 의해 이동 시, 금융 통장 상태를 black & white 상태로 판별함(상태별 전압측정)
-Black 이송장치에 이송되지 않은 비정상 상태, -White 자동화기기 내부에서 정상 이송, 금융통장 정보가 인식 완료 상태를 나타냄.

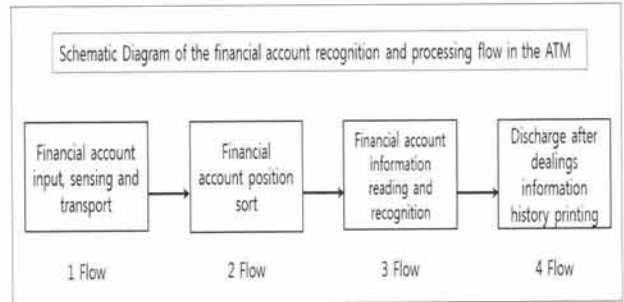


Fig 1. Flowchart of the financial account information recognition processing in the ATM.

그림 1에 나타난 3차 정보를 판독하기 위해서 기계, 전자적인 CCD, CIS, 광센서 장치를 사용하고 있다. 마지막 단계에서는 거래 정보가 금융통장에 인쇄된 후 배출된다.

2.2 금융통장 정보 인식을 위한 기존기술 조사

전 세계 금융자동화기기 시장에 공급과 수요가 높은 일본 제품과 한국제품에 탑재되는 정보 인식 기술 [9]을 살펴보도록 한다. 금융통장 정보를 판독하는 기능을 가진 광학필터 없이 운영되는 기존 자동화기기는 크게 2가지 형태로 구분된다.

일본에서 1990년대 이후 생산되는 금융통장 정보 인식용 자동화기기를 조사한 결과 CCD/CMOS 기술과 미세공정기술 MEMS (micro electro mechanical system)을 적용하여 압전 (piezo) 형태 카메라 [10,11]를 개발하여 장착한 자동화기를 사용하고 있다. 일본에서 생산된 자동화기기의 금융통장 정보 인식률은 정교하나, 가격이 높다는 단점을 가지고 있다. 단점을 극복하기 위해서 일본은 대량생산 방식으로 양산 가격을 낮추는 정책으로 전 세계 금융권에 자동화기기 보급 [10] 전략을 구사하고 있다.

CCD를 이용한 디지털카메라와 밀착형 이미지센서의 공통적인 특징은 협소한 자동화기기 내부에 장착하는 기술적인 문제와 장착형태에 따라 성능이 좌우된다는 점, 자동화기기의 크기가 커지는 문제점 등 현장에서 운영하기가 난해한 요소를 가지고 있다.

금융자동화기기에 적용된 금융통장 정보 인식 기술을 조사해본 결과, 기존 요소기술은 밀착형 이미지센서, 전자결합소자, 광센서의 3가지로 조사되었고 본 논문은 3가지 기술 요소를 연구한다.

가. 밀착형 이미지센서 CIS

밀착형 이미지센서는 구조가 단순하여 본체를 박막 화하기가 용이한 스캐너 등에 이용되는 촬영소자이다. 결정 실리콘을 사용한 IC형과 다결정과 아몰퍼스(amorphous)³⁾막을 이용하는 박막⁴⁾형으로 나눌 수 있다. IC형은 CCD 등의 이미지센서 여러 개를 1열로 배치하여 속도가 비교적 빠른 장점 [12]을 가지고 있으나, 가격이 비교적 높은 단점을 가지고 있고, 고품질 영상획득은 가능하지만 빠른 영상 획득 [13]은 어렵다. 또한 CIS는 광전변환부에 축적된 전하를 아날로그 리프트 레지스터(analog shift register)로 전송하는 CCD(charge coupled device)와 CIS는 고감도 및 신호 대 잡음비⁵⁾(signal to noise ratio, high SNR)을 얻을 수 있는 가능성이 크고, 수평, 수직의 신호 선을 각각 하나씩 선택해서 임의의 화소를 readout할 수 있는 random access 기능 [13]을 갖도록 하는 이점을 갖는다.

나. 전자 결합소자 CCD/CMOS

전자결합소자로 구성된 이미지센서를 적용해 금융통장 정보를 판독하며, 기술적 구성상의 특징은 광학 영상을 전기적 신호로 변환시키는 반도체 모듈과 영상 이미지의 저장, 전송과 디스플레이 장치에서 광학 영상 재현을 위하여 사용하는 일종의 전자부품이다. 실리콘 반도체를 기반으로 한 이미지센서에는 크게 CCD와 CMOS가 있다. 이미지센서 특징을 살펴보면, CCD는 CMOS에 비해서 노이즈가 적고 이미지 품질이 우수한 특징을 갖고 있어서 DSC(digital still camera) 제품군에 적합하다. 일반적으로 CMOS는 CCD에 비해 생산단가 및 소비전력이 낮고 주변 회로를 동일한 칩에 통합하기 쉽다는 이점이 있다 [14].

다. 광센서

광센서(optical/photo sensor)란 빛에너지의 특성을 이용한 것으로, 인간의 눈으로 감지할 수 있는 가시광⁶⁾(visible light)선을 중심으로 적외선에서 자외선

영역의 광 자체 또는 광에 포함되어 있는 정보를 전기신호로 변환하여 검지하는 전자 디바이스(device)이다. 광은 인간의 눈에 느껴지는 가시광(파장 400~760 nm)을 중심으로 한 자외선(100~760), 근적외선(760~2,000) nm이다 [15]. 광센서는 광전변환원리에 의하여 광전자 방출 효과, 광도전 효과, 광기전력 효과 등의 소자로 분류되며, 그 형태에 따라 입사광의 시간적 변화를 검출하는 포인트와 센서와 공간적 확산을 갖는 입사광을 검출 [16]하는 이미지센서 등으로 기능적으로 분류가 된다.

2.3 금융통장 정보 인식을 위한 기존기술 조사

2.3.1 밀착형 이미지센서 CIS

CIS는 LED를 광원으로 하기 때문에 CCD에 비해 소비전력이 작아 저 전력으로 구동 가능한 장점을 가지고 있다. 하지만 CIS는 정보를 인식하기 위한 핵심 요소(point)가 맞는 범위가 좁기 때문에 고 해상도 이미지 화면을 얻기 위해서는 정보가 기록된 원고를 올리는 면을 반드시 밀착해야 [17] 정확한 데이터를 얻을 수 있다는 제약 조건을 가지고 있다. CIS에서 판독된 데이터는 잡음데이터를 포함하고 있다 이러한 CIS의 문제점을 정리하면, 첫째, CIS 정보 인식부분의 필터 구성 형태로 파장을 투과시키는 코팅기법에서 유리면에 굽힘이 발생하고, 먼지 유입에 따른 에러가 발생한다. 격자형 도트매트릭스(dot matrix)로 구성된 셀(cell)이 깨지는 불량으로 에러가 발생한다. 둘째, 인식 속도의 한계점, 불안정한 데이터 판독으로 인한 오류, 금융자동화기기 단말기를 구성하는 임베디드 소프트웨어(embedded software)의 개발량이 증가한다. 셋째, 해상도의 한계점이 있으며, 해상도를 높일 경우 추가적으로 전용 연산 처리장치, 논리보상 회로 구성에 따른 원가 상승 요인이 대두되기 때문에 금융자동화기기 시스템의 적용에 많은 기술적 어려움이 있다.

2.3.2 전자결합 소자 CCD/CMOS

금융자동화 기기는 부품 단가, 주변 조명, 기기내부 장착여건, 부품의 동작 반응 속도, 중앙처리장치, 운

3) 원자 배열이 규칙적인 구조, 비결정화된 고체를 뜻함. 일반적으로 고체는 원자배열이 규칙적인 결정 상태로 있지만 아몰퍼스는 원자배열이 아주 무질서한 고체 상태를 가리키며, 아몰퍼스의 대표적인 구조는 유리가 대표적이다.

4) 기계가공으로는 실현 불가능한 두께 μm 이하의 얇은 막, 진공 증착이나 형태화(patterning) 등을 이용하여 절연된 유리, 세라믹 또는 반도체(semiconductor) 등의 기판(substrate) 위에 형성된 매우 얇은 피막.

5) 신호 전력이 잡음 전력을 초과하는 데시벨 수(數)이며, 신호는 단독으로 존재하지 않으므로 보통 잡음과 공존하며, 배분을 나타내는 척도로서 신호와 잡음의 전력비인 S/N이 이용됨.

6) 전자파 중에서 인간의 눈으로 검지할 수 있는 파장 영역을 가시광 또는 가시광선이라 한다. 파장영역 380~700 nm (wavelength)이며, 주파수로 변환하면 385Thz ~789Thz 범위이다. 내역폭은 400 Thz.

영 소프트웨어 (operating system / firmware)와 연계되어 작동하기 때문에 구동 시간, 주변 촬영각에 의한 영향 [18], 원가 등의 문제로 인해 좋은 특성을 가진 부품임에도 불구하고 사용이 제한되는 제약적인 요소를 가지고 있다. 또한 감도 문제로 인해 셀 크기 (cell size)는 축소하기와 고속 동작 (high speed)이 어렵다 [19]. 낮은 조도에서는 감도가 저하되는 단점을 가지고 있다. 독자적인 불순물 종단면 (profile)을 사용하기 때문에 주변회로 연산 처리장치 (logic processor)와의 정합성이 낮아 단일칩 (on-chip)화가 매우 어렵다. 그러므로 아날로그 디지털 변환장치 (analog-to-digital converter, ADC)와 같은 정보 분석 회로가 필요하다. 이로 인해 비용 절감에 한계가 있다.

CCD에 고선명 화질 정보를 얻으려면 반드시 필요한 밝기의 조명의 요구 또는 조명기능을 갖춘 CCD로 선정된 뒤 추가로 장착해야 한다. 또 다른 문제점으로 고선명 화질의 분해 능력을 갖춘 전용 연산 처리 장치가 반드시 필요한데 정확한 분해를 위해 일정 시간이 필요하다. CCD는 본 연구에서 제안하는 금융자동화기기 단말기용 반도체 광학필터보다 도입원가 자체가 비교가 불가능할 정도로 매우 고가이고, CCD를 장착하려면 반드시 주변 보상회로가 추가로 필요하여 원가 상승, 기술적 구현 난이도 등 현실적인 문제로 인해 적용이 불가능한 것으로 판단된다.

2.3.3 광센서

광센서는 광파 (light wave) 성질과 입자 (particle)의 성질을 갖고 있으며, 특정 성질을 적용한 센서로 광량 방식센서, 위상 변화센서, 회절격자 센서 [20] 등이 있다. 금융자동화기기의 시스템에 적용되는 센서는 광량 방식센서, 근접센서, 투과센서 등을 적용하고 있다. 하지만, 이런 부품 형태로 상용화된 센서만으로 금융통장 정보 인식용 시스템을 구현하는 것은 한계가 있다. 표 1은 금융통장 정보 인식 매체로 광센서를 적용했을 경우의 문제점을 정리한 내용이다.

2.4 새로운 기술 대안

2.4.1 최적화된 광학필터 설계 모델

금융통장 위치정보를 인식하고, 기록된 정보를 판독하는 것은 자동화 업무에서 핵심적인 요소 기술이다. 기존의 금융자동화기기에 적용된 금융통장 정보를

Table 1. The problems of light sensor in financial account information recognition.

Division	Kinds of optical sensor and composition	Expected problems
Photoconductive optical sensor	-phototransistor : semiconductor detection equipment npn structure that can gain significantly light receiving element photocurrent, also P layer formed significantly spectral sensitivity peak 800-900nm GaAs LED	reduction of dark current, improve response rates, sensitivity adjustment It is possible to implement logic. Therefore, it is applied to further complemented by automation machine.
	-photothyristor : On/Off control of the current by photoproduction carriers	Suitable structure for an optical switch Not suitable for automatic teller machines
	-color sensor : 3 color RGB recognition Color detection through extinction short-circuit current ratio of the photodiode and incident light wavelength calibration relationship	high price, practical difficulties, rising costs 1 color print, financial account, classify color otiosity
	-position sensitive detector (PSD) : PN junction investigated the incident light position detection	It is distinguishable the location regardless of changes in light intensity. Mass production system is not applied.
	-infrared sensor using semiconductor : 2 types (heated, photoelectric effect) fast response	reduction of dark current, improve response speed, sensitivity adjustment It is possible to implement logic. Therefore, it is applied to further complemented by automation machine.

출처 : 전기전자재료 제12권 제12호 요약

Table 2. The problems of financial account information recognition using the existing technology.

Form of technology implementation	Problem
Contact image sensor	1. realize optical filter quality surface scratch, Fracture of Dot Matrix Cell . 2. Additional information analysis circuit, F/W increase, Rising costs 3. Constraints that must be adhered
Electronic coupled device	1. Implementation of ambient light or selection of high-performance products, only MPU. 2. A/D Converter circuit required 3. No function readout the part, operating temperature, additional information analysis circuit 4. F/W increase, Rising costs
Optical sensor	1. Occurrence of reflected light malfunctions and error range, slow detection speed 2. Need additional configuration circuit in the form of small parts

인식하고, 정보 판독을 위해 구현된 기술은 밀착형 이미지센서를 적용한 형태와 전자결합소자를 적용한 형태, 그리고 광센서를 적용한 3가지 형태로 구분된다. 하지만 기존 금융자동화기기를 개발, 생산하는 동종 업계의 경쟁은 더욱 치열해지고 있으며, 양산부품을 금융자동화기기에 장착하였을 때 기술적인 문제점이 존재한다. 기존 정보를 인식할 수 있는 매체 소자는 밀착형 이미지센서, 전자결합소자, 광센서이고, 이런

Table 3. Solution of a problem and the main functions using the optical filter that suggest an alternative.

Technique alternative	Main function	Solution of the point problem
Semiconductor optical filter	1. Readout of Page Mark on the printed financial account 2. Readout of Page Printed Line on the printed financial account 3. Readout of presence of financial account in the automation machine (Black & White Measure the voltage according to the two types and sends the information to a central processing unit that reads) 4. Visible light 660nm wavelength penetration and reflective light penetration 5. Diffuse reflection rate minimize 4%~ 0.3% within formation of ratio 6. Accurately derive the part of necessary information	1. Solution of realize optical filter quality surface scratch 2. Solution of Dot Matrix Cell break problem 3. No rising costs of further analysis circuit, F/W., 4. Flexible feed and readout 5. Additional area lighting and high-performance MPU, only A/D converter additional circuitry unnecessary 6. Solution of partial readout and temperature influence 7. Minimize the error range for stable wavelength transmission 8. Stable quality, Uniform sharpness 9. Consists of small parts

매체 소자를 적용해 금융통장 정보를 인식하는 과정에서 나타나는 문제점을 기존 구현 형태별로 요약하면 다음의 표 2와 같이 정리할 수 있다.

표 3은 기존의 정보 인식 매체 장치인 3개 요소의 문제점을 해결하는 기술적 대안으로 제시된 내용으로, 반도체 광학필터를 통해 CIS, CCD/CMOS 광센서에서 나타나는 문제점을 해결할 수 있는 내용을 정리 하였다. 아울러 금융자동화기기는 운영되고 있는 시간 동안 금융통장으로 금융 업무를 처리하는 사람의 유무와 상관없이 항상 에너지를 소비하는 특성이 있다. 때문에 금융자동화기기는 신뢰성을 갖추고, 고효율화 자동화기기 구현을 위해서는 구동 전력을 최소화 [21]하는 것이 필수적이다. 자동화기기 메커니즘 구동은 전기모터와 솔레노이드를 장착시켜 회전시키고 장치의 동작을 전환한다. 그러므로 본 연구에서는 반도체 광학필터를 통해 금융통장 정보 인식에 에너지를 극소화시켜 불필요한 이중 작동으로 전원이 소모되는 것을 감소시키며 금융통장 정보 인식에 효율성을 극대화하고자 한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 광학필터 구현 요소

3.1.1 금융통장 정보 인식용 광학필터 구현 요소

금융자동화기기에 장착하여 금융통장 정보를 인식

Table 4. Analysis by function item of semiconductor optical filters and existing information recognition media.

Kind of optical glass	Main function	Standard of selection
optical glass barium	-Used for optical. To treat symptoms related to light in physics can be used for research purposes.	1. transparency 2. uniformity 3. strength 4. penetrability 5. price 6. processability
optical glass B207	-It is a series of white that is included quartz glasses components but do not contain iron. It is used optical filter as optical, barcode scanner, laser, etc. and durable strong.	
potash lime glass	-It's hardened glass in laboratory and chemical that is used as filter and glasses. Transparency is particularly high.	
lime natrium glass	-It's a common glass is widely used in many fields.	

하는 반도체 광학필터를 위해 공통으로 적용되는 AR (무반사 코팅: anti-reflection coating)을 포함하여 구현 요소 5가지를 선정하였다. 5가지 구현 요소를 세부적으로 살펴보면 첫째, 광학 유리 종류 둘째, 철 (Fe) 유/無 셋째, 포토 픽⁷⁾ 광학계열 넷째, 코팅 형태, 마지막으로 광학 유리 두께이다. 첫째 요소인 광학유리 종류에 따른 선정 기준은 다음의 표 4와 같다.

둘째 요소인 Fe성분에 관한 내용으로, 반도체 광학필터에 Fe성분이 소량으로 함유되는 Fe성분은 가시광선의 투과량을 결정짓고 광학필터의 색상과 밀접한 관련을 갖는 요소이다. 본 연구에서는 Fe성분이 포함 유/무 상태 2종류로 하고 Fe성분의 포함 시 미량 수준의 함량을 갖도록 하였고, 색상은 옅은 갈색을 갖도록 한다.

셋째, AR코팅⁸⁾에 관한 요소로서 금융자동화기기 같은 특수한 시스템에서 AR코팅 [27] 기법만으로는 금융자동화기기 시스템에서 원하는 특정 파장 대역인 660 nm에서 필요한 계수 값을 개선할 수 없다. 그러므로 본 연구에서는 선명도 (해상력)과 관계있는 포토 픽 코팅 기법을 추가하여 반사 [28] 계수 값을 낮추도록 적용하였다. 포토 픽 광학코팅 기법은 광학필터 면을 기준으로 하여 3가지 형태인데, 앞쪽은 A면, 뒤쪽은 B면, 앞뒤 양쪽은 A/B면으로 정하여 적용하였다. 또한 포토 픽 광학계열은 선명도를 결정하는 인자이다. 포토 픽 광학코팅기법은 첫째, 고효율

7) 조명이 없는 어두운 곳에서 색상 인식을 명확하게 구분하기 위한 Photopic 또는 암순응 (dark adaptation)의 원리를 광학필터 코팅에 적용하여 White, Black 감지 상태 판별 오차를 줄이도록 적용한 기술적 방법임.

8) AR 코팅은 진공박막증착기술로 반사방지 및 투과율 개선하기 위해 적용된 방법임.

HEA (high efficiency), 둘째, 저 반사체 VLR (value low reflector), 셋째, 광각의 저 반사체 VLRW (value low reflector wide) 3가지 형태로 선정하였다.

AR코팅은 넓은 범위의 스펙트럼 대역을 커버하기 위해 선정하였고, AR코팅은 광학유리 표면에 매우 얇은 특정한 유전체를 성막⁹⁾하여 빛의 간섭 현상에 의하여 반사되는 [22,23,26] 빛을 소멸시키고, 투과율을 개선하기 위함이다. 유전체 성막을 입힘으로서 표면의 강도를 증가시킬 수 있으며, 반사율을 조절할 수 있다. 무반사 코팅은 광학유리, 렌즈 등에 적용되는 코팅방법으로 가시광선 투과영역 내에서 반사율을 최대로 낮추고, 투과 성능을 높이는 기술적인 접근 방법을 적용하여 금융자동화기기 내에 탑재될 반도체 광학필터 코팅 기법으로 최종 선정하였다.

3.2 금융통장 정보 인식용 광학필터 구현 설계 요소

금융자동화기기용 반도체 광학필터 구현을 위한 결정인자를 선정하기 위해 본 연구에서는 델파이 기법을 활용하였다. 델파이 (Delphi) 기법은 어떤 문제나 현상에 관한 불완전한 지식을 연구하기 위한 방법으로 전문가들의 견해를 유도하고 종합하여 집단적 판단 [24]으로 정리하는 방식이다. 최적의 반도체 광학필터를 설계 구현하기 위한 결정인자 도출을 위해 여러 차례의 전문가 회의를 통해 전문가들 사이에 합의된 의견을 도출하는 델파이기법은, 처음에는 구현 가능한 기술에 대한 전문가의 제안을 수집한 후, 결과를 종합하여 참여한 전문가에게 판단을 다시 생각하도록 피드백과 함께 반복하는 절차로 구성된다. 이렇게 1라운드에 제시한 견해를 다시 수정하고 새로운 제안, 협의, 추가되는 델파이 조사에서 라운드의 회수는 두 번에서 다섯 번까지가 적절하다 [25].

본 연구에서는 델파이 기법을 활용하여 광학필터 전문가, 금융자동화기기 개발 엔지니어, 제품 생산을 담당하는 엔지니어, 그리고 제품 구매 담당자를 포함한 총 9명을 구성원으로 선정하였다. 반도체 광학필터를 설계하기 위해 해당 분야에 경험이 많고, 현업에 종사하는 실무 엔지니어를 선정하였으며 최소 10년 이상의 경력자로 구성하였다. 반도체 광학필터의 구현을 위한 설계인자를 도출하는 전문가의 인적 사항은 표 5와 같으며 연구 윤리에 따라 회사명 및 면 접자 성명은 알파벳으로 표기하였다 [29].

Table 5. Personal information of expert meeting for semiconductor optical filter design and implementation factors.

No	Academic ability	Company	Task	Professional field	Career
A	graduation of university	SG	R&D	automation equipment design F/W development	23
B	graduation of university	SG	R&D	automation equipment design development	15
C	graduation of university	SG	R&D	automation equipment design H/W development	18
D	graduation of university	SG	business support	component procurement	20
E	graduation of college	SG	product production	optical filter production	20
F	graduation of university	SJ	filter development	optical filter development	18
G	graduation of college	SJ	product production	optical filter production	15
H	graduation of university	AS	R&D	automation equipment development Application	15

신속한 반도체 광학필터 구현을 위한 설계 인자를 선정하기 위해 기본적으로 광학필터의 기본적인 지식을 갖고 있는 전문가를 선정하였지만, 금융자동화기기에 대한 기본 지식을 갖고 있지 못한 SJ에 근무하는 광학필터 전문가 2명은 별도의 교육을 실시하여 금융자동화기기에서 금융통장 정보를 인식할 때 필요한 제반적인 사항에 대하여 전문가 회의를 실시하였다. 전문가 회의는 총 3회를 실시하여 의견을 수렴하였다.

반도체 광학필터를 구현하기 위한 설계 인자 도출을 위해 최소 두께유리와 레이저 가공 공정 후 후처리 공정에서 깨짐, 절단면 표면처리가 일정하여 불량 발생이 없어야 하는 점을 고려하였으며, 최고 두께유리는 금융자동화기기 제품 생산 공정에서 반도체 광학필터 모듈 조립 시 조립성이 우수해야 하는 조건과, 필터 무게를 고려하였다. 구현을 위한 설계 결정인자는 원가, 품질, 성능, 생산성, 외산품, 국산품, 납기 등을 고려하여 회의를 진행하였다.

첫 번째 회의 결과, 검토된 광학유리 종류는 회의 초기 6가지 종류 (석영계 유리, 강화유리, 광학유리바름, 광학유리 B-207, 칼륨석회유리, 석회나트륨유리)로 도출하였다. Fe의 포함 유무와 포함 시 함량 설정은 국내외 생산 공정에서 최소로 함유되는 0.015%, 0.018%, 0.15%로 협의하였으며, 광학계열은 국내외에서 생산되고 원활한 공급이 가능한 3가지 (HEA, VLR, UHEA)를 도출하였다. 그리고 투명도와 효율을 높이기 위한 방법으로 광학필터 양면에 VLR기술을

9) 농도가 다른 두 개의 용액을 막을 사이에 두고 집혔을 경우 양자간의 농도-평균화를 시키는 막.

적용하여 더블 (double)화하는 새로운 VLRW기술을 개발하기로 협의하였다. 그리고 코팅형태는 광학필터면을 각각 A, B, A/B면으로 독립시켜 코팅하는 방법이 제시되었으며, 아울러 광학필터 유리 두께는 국내에서 생산이 가능한 제품으로 규소석회 화합물로 제조된 공정에서 표면이 잘 다듬어지고, 평탄도가 균일하게 구분된 계열을 특수 연마와 열처리 냉각 공정을 거쳐 생산한 유리로 선정하여 최소 두께 0.5 mm, 0.7 mm, 1.0 mm, 1.5 mm, 1.9 mm, 2.0 mm, 2.2 mm, 최고 두께 2.5 mm까지 8종류를 도출하였다.

두 번째 회의 결과, 검토된 광학유리 종류는 회의 초기 6가지 종류에서 석영계 유리가 제외되었다. 석영계 유리는 광 투과성은 높으나 쉽게 깨지는 특성을 가지고 있고, 금융자동화 기기용 반도체 광학필터를 구현하는 데 가격이 높다는 단점이 있기 때문에 제외되어 광학유리는 5종류로 선정되었다. Fe의 포함 유무와 포함 시 함량 설정 비율 중 0.15%는 제외되었는데, 그 이유는 철 함량 0.15%는 일반적인 유리 특성에 포함된 함량으로 가시광 투과율에 문제가 발생할 것이 고려되었기 때문이다. 광학 계열과 광학필터에 코팅을 적용하는 부분은 첫 번째 회의에서 제시된 방법을 유지하였다. 광학필터 유리 두께 중 0.5 mm는 제외되었다. 이유는 생산 공정에서 깨짐 불량률이 높아 작은 규격의 필터 제작에는 적합하지 않다는 의견이 제시되었기 때문이다.

세 번째 회의 결과, 광학유리 종류에서 강화유리가 제외되었다. 강화유리는 강도는 매우 높으나 Fe함량이 일반유리에 가까운 0.15%가 함유되어 있어 가시광 투과성이 낮고, 난반사가 심하기 때문에 4종류로 최종 선정되었다. Fe의 포함 시 함량 설정 비율 중 0.018%는 제외되었는데, Fe 함량이 0.018% 보다 낮은 비율로 일정하게 생산되어 안전하게 공급 받을 수 있기 때문이며, Fe 함량이 높을 경우 투과성이 낮아지고, 난반사가 발생할 확률이 높아지기 때문이다. 광학계열은 국내외에서 생산되고 원활한 공급이 가능한 3가지(HEA, VLR, UHEA)를 1차, 2차 회의에서 적용하는 것으로 합의 도출하였으나 UHEA는 세 번째 회의에서 제외시켰다. UHEA는 기술 구현을 위한 원가가 높고, 난반사율이 높다는 의견이 제시되었기 때문이다.

투명도와 효율을 높이기 위한 방법으로 광학필터 양면에 VLR기술을 적용하여 더블 (double)화 하는 새로운 VLRW기술을 개발하기로 협의한 방법과 코팅 형태 결정 인자 광학필터 면을 각각 A, B, A/B면으로

Table. 6. Design determinant for implementation of semiconductor optical filters for the ATM.

Kinds of optical glass	Fe	Optical science	Coating form	Optical glass thickness	etc.
1. Optical glass barium 2. Optical glass B207 3. Potash lime glass 4. Lime sodium glass	1. Fe inclusion 2. Fe removal	1. HEA 2. VLR 3. VLRW	the front A cross section	0.7mm	-Coating form : AR coating -visible light penetration wavelength : 660nm -Fe content 0.015%
				1.0mm	
				1.5mm	
				1.9mm	
				2.0mm	
				2.2mm	
			the back B cross section	0.7mm	
				1.0mm	
				1.5mm	
				1.9mm	
				2.0mm	
				2.2mm	
			both sides A/B both sides	0.7mm	
				1.0mm	
1.5mm					
1.9mm					
2.0mm					
2.2mm					

독립시켜 코팅하는 방법을 유지하였다. 마지막으로 광학필터 유리 두께 중 2.5 mm를 제외하였다. 그 이유는 생산 공정에서 깨짐 불량률이 없는 장점이 있지만 필터모듈에 장착되는 광학유리 두께는 필터를 고정시키는 접착제 높이를 고려하여 총 두께가 2.2 mm를 초과하면 장애 요인이 될 수 있다는 전문가 의견이 제시되었기 때문에 설계 구현 결정 인자에서 2.5 mm를 제외하였다. 최종적으로 금융통장 정보 인식용 최적의 반도체 광학필터를 구현하기 위해 결정한 인자는 5가지이며 세부 내용은 표 6과 같이 구현 요소별 인자를 정리하였다. 핵심 결정인자 항목으로 요약하면, 광학유리 4종류, Fe유/무, 광학계열, 코팅형태, 광학유리 두께로 정리된다. 아울러 반도체 광학필터를 구현하기 위한 3개 공통 요소는 AR코팅, 660 nm의 파장 대역의 가시광, Fe 포함 시 0.015%이고, 색상은 옅은 갈색으로 색 농도는 10% 비율이다.

3.3 광학필터의 구현을 위한 요건

금융자동화기기에 탑재될 반고체 광학필터의 구현 조건으로는 첫째, 광대역 반사방지 특성을 가져야 하며, 둘째, 낮은 반사 특성을 가져야 하고, 높은 내구성 코팅, 소프트 블루 또는 옅은 갈색 반사 색상을 가져야 한다. 셋째, 글로벌 시장에 대응할 수 있는 가격 경쟁력을 갖춘 제품, 넷째, 다층 반사방지 코팅 (AR)이 A/B면 양면으로 코팅되고, 광학계열 포토 픽은 저 반사체 VLRW¹⁰⁾ (value low reflector wide)가 양면에

Table 7. The specifications and indicators of the Semiconductor optical filter as a new alternative technology.

Division	Optimum semiconductor optical filter specifications and indicators	Remarks
Definition Transmittance Diffuse	1. Flats Lens form Ensure clarity 2. Visible light transmittance 92~93% (660nm transmission) 3. Diffuse reflectance coefficient 0.3% within (45° range)	-Plain glass 4% -China 2%
Compact Slim	1. Optical filter design specifications Size wide: 21.5 ± 0.2 , length: 14.7 ± 0.2 Thickness(High Luggage) 1.9mm	-Laser processing execution -Error range ± 0.2
TQC Low Cost	1. Domestic and foreign certification specification ISO, KC certification -ISO: International Standardization Organization -KC: Korea Certification mark 2. Low Cost (Exchange rate change contrast/ Japan, USA)	-Secure a production quality KC certification -ensure competitive price

적용되며 가시광 파장대역 660 nm 범위의 스펙트럼을 커버와 가시광 투과 45°에서 최소 92% 투과 효율을 가져야 한다. 그리고 금융통장 정보를 인식하기 위한 반도체 광학필터 요건으로, 광학필터 두께는 최소 0.7 mm에서 최고 2.2 mm를 초과하지 말아야 하며, Fe 성분은 일반 유리에서 포함된 최저 기준인 0.15%를 초과하지 말아야 한다. 아울러 투명도가 높고 광학적 특성이 우수한 광학유리 종류로 구현되어야 한다. 마지막 조건으로 저 반사체 VLR (value low reflector) AR<0.75의 포토 픽 밝기를 가져야 하며, 광학계열 포토 픽 선명도를 극대화시키도록 구현하기 위해 VLRW 기술적인 방법을 적용해야 한다.

향후 고려해야 할 반도체 광학필터의 주요 성분 및 기능사양 지표는 다음과 같다. 난반사 방지를 위해 AR코팅을 적용해야 하며, 투과 가시광량은 660 nm를 지원해야 한다.

앞서 살펴본 CIS, CCD/CMOS, 광센서의 문제점을 해결하기 위한 기술적 대안으로 광센서에 광학필터가 탑재된 모듈을 개발하여 금융자동화기기에 적용해야 한다. 기술적 대안으로 제시되는 광학필터는 기존 정보 인식 매체 소자에서 많은 문제점을 분석하여 대응할 수 있도록 하였다. 정보를 인식하기 위한 기술적 측면과, 구현방법, 부품의 단가, 제조공정에서 안정된 품질, 그리고 국내외 기술 경쟁력을 갖도록 해야 한

다. 구현한 반도체 광학필터는 소형이기 때문에 제약 요인 없이 금융자동화기기 내부에 장착할 수 있도록 해야 한다.

표 7은 금융통장 정보 인식을 위한 새로운 대안기술인 반도체 광학필터의 핵심 기술 사항으로 해상도와, 가시광 투과율, 그리고 난반사 조건 등을 고려한 요건이다.

4. 결론

본 연구에서는 금융자동화 기기에서 금융통장의 기존 정보 인식 매체의 문제점을 해결하고, 기능적 신뢰성과 제품 생산성, 그리고 가격 경쟁력을 확보할 수 있는 새로운 대안 기술로 반도체 광학필터를 제시하였다. 금융자동화 기기에서 사용되는 기존 정보 인식 매체기술인 CCD/CMOS, CIS 광센서에 대하여 기술적 장단점 분석을 통해 새로운 대안 기술인 반도체 광학필터에 관한 연구로 제약 조건인 금융자동화기기 내부에 장착될 광학필터 모듈의 크기를 고려하여 연구하였다. 연구를 통해 현재 양산되어 금융권에 공급되고 있는 금융자동화기기에 반도체 광학필터모듈을 장착하기 위한 필요한 구현 요소별 결정인자를 도출해냈다. 결정인자 도출은 기술적 측면과 구현방법, 부품의 단가, 제조 공정에서 안정된 품질, 그리고 국내외 기술 경쟁력을 갖도록 하는 제약 요건을 고려하였다.

설계인자 도출을 위해 델파이기법을 적용하였고, 반도체 광학필터를 구현하기 위한 의견이 종합되었다. 최종 도출된 반도체 광학필터로 금융통장 정보를 인식하기 위한 구현설계 인자는 다음과 같다. 첫째, 광학유리 4종류로 광학유리바름, 광학유리 B-207, 칼슘석회 유리, 석회나트륨 유리이다. 둘째, Fe 포함은 유. 무 2종류로 구분하였고, Fe가 포함된 함량은 0.015%이다. 셋째, 포토 픽 광학 계열은 3종류로 HEA, VLR, VLRW이다. 넷째, 코팅 형태는 3종류로 광학필터 면을 앞면은 A, 뒷면은 B, 앞뒷면은 A/B이며, 마지막으로 광학유리 두께 6종류로 0.7 mm, 1.0 mm, 1.5 mm, 1.9 mm, 2.0 mm, 2.2 mm가 적합한 두께로 선정되었다.

본 연구는 학술적 측면에서 광센서인 전자부품과 기초 화학소재인 광학유리 특성을 각각 분석하여 융합함으로써 기존 기술에 대응하는 기술적 발전을 이뤄냈다는 점에서 의의를 갖는다. 또한 본 연구에서 제시하는 결정인자를 반영한 새로운 기술은 기존 기

10) -초 고효율 UHEA (ultra high efficiency) AR <0.10%를 포토 픽 밝기

-고 효율 HEA (high efficiency) AR <0.20의 포토 픽 (높은 시력파, 맑고 높은 시간적 해상도, 압순응) 밝기

-저 반사체 VLR (value low reflector) AR <0.75의 포토 픽 밝기

술과 비교할 때 기술적 완성도가 높은 신기술로 평가될 수 있고, 기존 정보를 인식하는 매체와 가격 경쟁에서도 뛰어나며, 제품 생산과 운영, 유지보수 등 다양한 측면으로 볼 때 연구 성과가 높은 기술적 의미와 학술적 의미를 갖는다.

향후 연구에서는 본 연구의 결정 인자를 토대로 반도체 광학필터를 제작하여 금융자동화기기에 장착해 투과된 가시광량이 필터에 반사되는 계수 값에 의해 금융통장 정보 인식 및 위치 정보를 정확하게 파악하도록 하는 알고리즘을 구현해야 한다. 이를 통해 신뢰성이 높고, 효율이 우수한 반도체 광학필터를 선정하기 위한 검증과 분석의 단계에 대한 추가 연구가 필요하다.

REFERENCES

- [1] "Global ATM Market and Forecasts to 2015" (Retail Banking Research, 2010)
- [2] B. H. Jeon, H. Y. Lee, Y. W. Lee, and H. G. Rhee, *Korean Journal of Optical and Photonics*, 19 (2008).
- [3] M. Hayama, *IEEE Trans. Elec. Dev.*, 31, (1990).
- [4] M. Hayama, *IEEE Trans. Elec. Dev.*, 37, DOI 10.1109/16.108189, 1271 (1990).
- [5] M. Acuna, Marcelo Enrique University, The University of Arizona (2005).
- [6] H. S. Chung, Sogang University, Seoul (2011).
- [7] K. J. Kim, *Journal of Korean Oil Chemists' Society*, 22, 77 (2005).
- [8] J. H. Lee and S. W. Kim, *Journal of Magnetics*, 13, 92 (2008).
- [9] B. R. Kim, *The Domestic and Foreign ATM Status and Implications* (2011).
- [10] Y. H. Gwon, *The World ATM Market Situation and Outlook* (The Bank of Korea, 2010).
- [11] S. W. Kim, C. S. Cho, J. W. Nam, B. H. Kim, and J. H. Lee, *J. IEEK*, 47SD, (2010).
- [12] B. H. Kim, J. B. Kim, and J. H. Kim, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 56, 1079 (2009).
- [13] D. H. Han, *Korea Institute of Patent Information Prior Art Search Analysis Team* (2010).
- [14] H. Kim, *Physics & High Technology* (2005).
- [15] H. J. So, H. G. Ahn, and D. Y. Han, *J. KIEEME*, 12 (1999).
- [16] H. J. So, H. K. Ana, and D. Y. Han, *Electrical and Electronic Materials*, 12 (1999).
- [17] H. I. Kang, Y. W. Ju, and K. R. Baek, *Journal of Control, Automation and Systems Engineering*, 5 (1999).
- [18] The Bank of Korea Technology, Technology Transfer Center, MDB028 (2002).
- [19] Technology Trends Patent Technical Documents, Mechanical Technology (2005).
- [20] S. K. Park and K. J. Kwon, *The Processing of the Institute of Electrical Engineers*, 42, 10 (1993).
- [21] K. B. Kang, G. S. Lee, S. B. Ma, and D. H. Choi, *No. 2011-0016701*
- [22] Y. S. Kim, K. M. Shong, S. B. Bang, C. M. Kim, and M. I. Choi, *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, 26, (2012).
- [23] D. G. Han, Kookmin University, Seoul (2007).
- [24] S. Y. Rho, *Planing and Policy*, 299 (2006).
- [25] N. R. Kim and S. J. Joo, *Journal of Korean Industrial Information Systems Society*, 18 (2013).
- [26] E. K. Lee, *Journal of the Semiconductor & Display Equipment Technology*, 7, 35 (2008).
- [27] Y. S. Kim, K. M. Shong, S. B. Bang, C. M. Kim, and M. I. Choi, *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, 26, 35 (2012).
- [28] J. K. Park, S. H. Park, and H. S. Oh, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 28, 71 (2009).
- [29] K. S. An, S. H. Gu, and J. H. Yoo, JKCA.2012.12.05.163