

전자기유도 방식을 이용한 다중 ID를 갖는 블록 인식 디바이스의 실시간 블록 검사 시스템 개발

정민혁¹, 유영기^{2*}

¹선문대학교 정보통신공학과, ²선문대학교 공과대학 스마트정보통신공학과/충남디스플레이R&D클러스터사업단

Development of a Real-Time Block Inspection System for Block Recognition Devices with Multiple IDs Using Electromagnetic Induction Method

Min Hyuk Jeong¹, Young Kee Ryu^{2*}

¹Department of Information and Communication Engineering, Sunmoon University

²Sunmoon University College of Engineering, Department of Smart Information and
Communication Engineering/Chungnam Display R&D Cluster

요약 기존의 광학식 방법을 이용한 유아동 교육 교구의 문제점들을 해결하기 위해 광원 및 센서로 사용되었던 적외선 수발신 센서를 대체하여 전자기 유도방식의 방법이 제안되었다. 제안된 시스템은 전자기유도 원리를 이용해 블록의 유무 및 종류를 인식하는 2차원 블록인식 장치를 제작하였으며, 실험 결과 안정적으로 블록의 수신 공진코일의 유무, 위치 및 공진주파수 값을 구분하는 것을 확인하였다. 그러나 수신 공진 코일의 양산 시 SMT 공정 과정 불량, 수신 공진코일의 인쇄회로 불량, 공진용 콘덴서의 정전용량 오차로 인한 주파수 응답신호 불량 등의 불량이 발생할 수 있기 때문에 수신 공진 코일의 불량을 검사하는 시스템이 필요한 실정이다. 본 논문에서는 수신 공진코일의 주파수응답 신호를 측정해 설계된 공진주파수로 제작되었는지, 안정적인 동작에 필요한 응답 성능을 만족하는지를 판별하여 불량을 구별할 수 있는 검사시스템을 제안하였다. 다양한 블록에 대하여 주파수응답 신호를 측정하여 본 연구에서 제안한 검사방법을 수행한 결과, 불량을 안정적으로 검출하고, 불량의 원인을 파악할 수 있는 정보를 제공하여 불량을 안정적으로 관리할 수 있는 기능을 제공할 수 있음을 보였다.

Abstract An electromagnetic induction method is proposed to replace the infrared receiving and transmitting sensors used as light sources and sensors and solve the problems of children's educational materials using the existing optical method. The proposed system used the principle of electromagnetic induction to fabricate a two-dimensional block recognition device that recognizes the presence and type of blocks. The experiment confirmed that it stably distinguishes the presence, location, and resonance frequency value of the receiving resonance coil of a block. On the other hand, defects can occur during the mass production of the receiving resonance coil, such as defects in the SMT process, defects in the printed circuit of the receiving resonance coil, and defective frequency response signals caused by capacitance errors in the resonance condenser. Therefore, a system that inspects defects is required. This paper proposes an inspection system that can distinguish defects by measuring the frequency response signal of the receiving resonance coil to determine if it was manufactured at the designed resonance frequency. Defects were stably detected by measuring the frequency response signals.

Keywords : Electromagnetic Induction, Receiving Resonant Coil, Block Inspection System, Block Recognition, Resonant Frequency

*Corresponding Author : Young Kee Ryu(Sunmoon Univ.)

email: ryu@sunmoon.ac.kr

Received November 1, 2023

Accepted December 8, 2023

Revised December 7, 2023

Published December 31, 2023

1. 서론

국내의 중소기업 P사[1]는 광학식방법을 이용한 유아동을 위한 교육교구를 Fig. 1에 보이는 바와 같이 출시하였다.

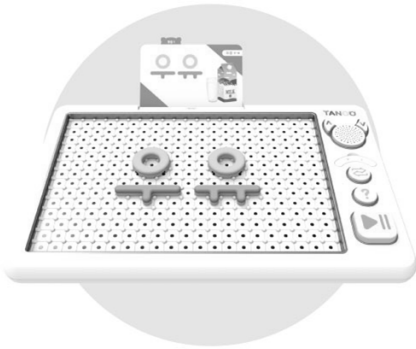


Fig. 1. Educational teaching tool using optical method[1]

그러나 이러한 광학식 방법을 이용한 동작 원리에는 몇 가지 문제점이 발생한다. 첫 번째 문제점으로 블록의 반사면이 시간에 따라 발색 되어 변하거나, 오염 등으로 반사광의 광량이 변하는 문제로 인하여 동작 오류가 발생하고, 두 번째로 우유나 음료 등으로 제어 보드(Control Board)의 수발광원 보호용 투명창이 오염되어 광량 변화로 잦은 오류가 발생하는 경우가 발생하고 있으며, 세 번째로 태양과 같은 외부 직사광선이나 조명에 의한 동작 오류가 발생하는 경우 등의 문제들이 제시되어 동작 오류 문제가 발견되었다.

이러한 문제점들을 해결하기 위해 기존 광학식 방식으로 동작되었던 적외선 수발신 센서를 대체하여 전자기 유도방식의 방법이 개발되었다[2,3]. 일정한 간격의 격자형으로 배치된 다수의 발신코일에서 순차적으로 방사된 전자기유도 신호는 블록케이스 내에 위치한 다수의 수신 공진 코일에 무선으로 에너지가 전달되고, 충전된 에너지는 다시 발신 코일로 방사되어 측정되는 무선으로 신호를 전달하는 동작 원리로 블록의 유무 및 종류를 인식하는 새로운 2차원 블록인식 장치다[4]. 본 논문에서는 새롭게 개발된 블록인식 장치의 블록 대량 양산시 발생할 수 있는 불량률의 종류 및 원인을 분석하고, 검사방법을 제안하고, 제안된 검사 방법을 기초로 검사시스템을 개발하였다. 개발된 검사시스템을 이용하여 한글, 펜토미노, 칠교놀이에서 사용되는 대표적인 블록을 대상으로 검사를 실시하였으며, 검사 결과 불량률을 검출하고 불량률의

원인을 분석할 수 있는 데이터를 제공할 수 있음을 보였다. 본 논문에서는 2장에서 동작원리를 기술한 후, 3장과 4장에서 제안한 검사 시스템의 구성과 불량 원인을 설명하였으며, 5장에서 언급한 불량 검사 방법을 기반으로 6장에서 제작된 블록 검사 시스템 실험을 통하여 정상적인 불량 검사할 수 있음을 보였다.

2. 이론적 배경

기존의 적외선을 이용한 광학식 유아동을 위한 교육 교구의 문제점을 극복하기 위하여 언급한 전자기유도 방식으로 무선 수신 공진 코일 공진주파수를 인식하기 위한 기본적인 구조를 Fig. 2에 보이고 있다. 제어회로(Control Circuit)로부터 출력된 신호(V_{input})는 발신 드라이버(Transmitter Driver)를 거쳐 발신 코일(Transmitter Coil)이 수신 공진 코일(Receive Resonance Coil)에 무선으로 에너지를 전달 할 수 있도록 발신 드라이버와 발신 코일 사이에 있는 스위치(Switch)가 연결되도록 설정되어 있다. 발신 코일로부터 무선으로 전달된 에너지는 인덕턴스 성분을 가진 코일과 콘덴서가 병렬 연결되어 LC 공진회로로 구성된 수신 공진 코일(Receive Resonance Coil)에 저장된다①. 발신신호 입력 후 스위치의 설정 상태가 발신 코일이 증폭기 및 필터에 연결되도록 설정이 변경되면, 수신 공진 코일에는 더 이상 무선으로 출력 드라이버로부터 에너지 수신은 차단되고, 저장된 에너지가 반대로 발신코일로 전송된다②. 발신코일로 전송된 신호는 증폭 및 필터 회로로 연결되어 신호 필터링 및 증폭 처리가 이루어진다③[5,6].

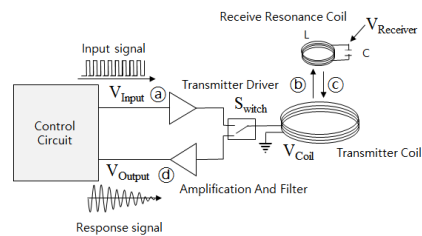


Fig. 2. The principle of wireless recognition using electromagnetic induction method

수신 공진 코일의 공진 주파수가 3가지로 설계되어진 경우, 앞에서 기술한 신호처리과정을 통해 수신 공진 코일의 유무 및 공진 주파수를 알아내기 위한 과정을 Fig. 3에 간략히 표현하였다. 만일 수신 공진 코일의 공진 주

파수가 f_2 로 제작되어있는 경우에 수신 공진 코일의 유무 및 공진코일의 주파수를 구분하기 위하여 가진주파수를 수신 공진 코일이 가질 수 있는 세 가지 공진주파수 f_1, f_2 및 f_3 를 각각 인가 후, 각 가진 주파수에 대한 출력신호를 측정한다. 수신 공진 코일의 공진주파수와 일치하는 가진주파수 f_2 일 때의 출력신호가 수신코일의 공진주파수와 일정 간격 떨어져있는 f_1, f_3 의 출력 신호보다 크게 나타날 것이다. 따라서 만일 수신 공진 코일이 놓여 있지 않다면 출력 신호는 세 가지 가진 신호에 모두 응답신호가 나타나지 않아서 출력신호는 매우 작게 나타날 것이다.

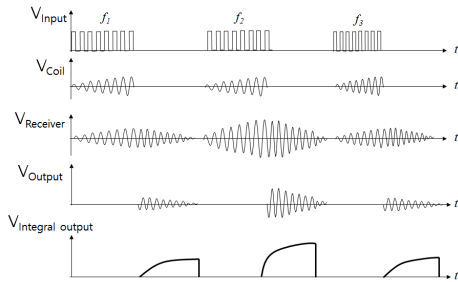


Fig. 3. The process of distinguishing the presence or absence of a receiver coil and a resonant frequency of the receiver resonance coil.

지금까지 미리 설정된 세 가지의 공진주파수 중 하나로 설계된 수신 공진 코일이 발신 코일 상단에 놓인 경우 각 가진 주파수에 따른 응답신호의 크기로부터 수신 공진 코일의 공진주파수를 알아내는 방법을 기술하였다. Fig. 4는 공진주파수가 f_2 인 전형적인 수신 공진 코일의 주파수 응답신호 예를 보이고 있다. 자세한 이론적 배경과 신호처리 과정은 참고문헌[7]에 자세히 기술되어 있다.

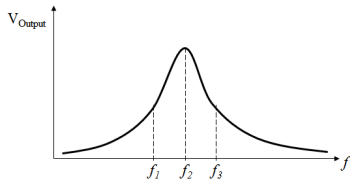


Fig. 4. Frequency response signal of a typical receiving resonant coil with resonant frequency f_2

3. 검사시스템 디바이스 구성

3.1 센서보드 구성

일정한 간격 p 로 발신 코일이 가로 N 개, 세로 M 개로 구성된 센서보드는 MUX를 통해 제어회로의 신호가 순차적으로 전체 발신 코일을 구동하도록 설계하였다. 그리고 발신 코일과 동일한 간격으로 다수의 수신 공진 코일로 구성된 블록을 아래 그림 Fig. 5에 보였다. 아래의 그림 예에서와 같이 만일 수신 공진 코일이 가로세로 3×3 으로 설계되어 있다면 9개의 수신 공진 코일이 설계된다.

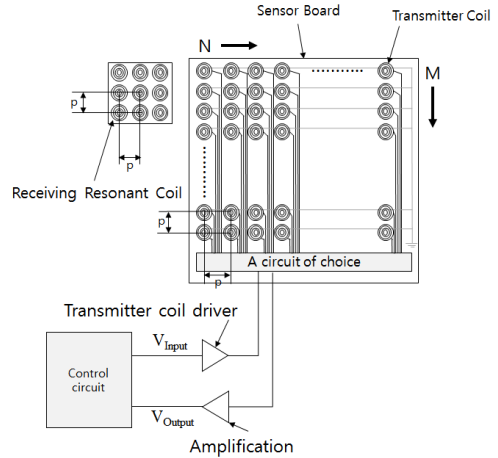


Fig. 5. System configuration

3.2 수신 공진 코일 구성

본 연구에서는 기존 수신 공진 코일과 달리, 동일한 간격의 수신 공진 코일을 유아동의 다양한 놀이 환경 콘텐츠를 위해 한글모양, 펜토미노, 칠교놀이의 형태로 Fig. 6과 같이 제작하였다.

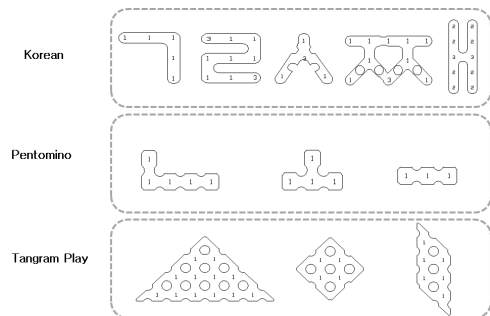


Fig. 6. Various types of receive resonance coils

Fig. 7은 세 가지 공진주파수 f_1, f_2, f_3 을 조합하여 생성한 3×3 수신 공진 코일이며, 지정된 공진주파수와 위치에 따라 블록의 종류를 ㉠, ㉡, ㉢와 같이 구분할 수 있다. 여기서, f_1 은 530kHz로 적색, f_2 는 790kHz로 녹색

색, f_3 는 1090kHz로 청색으로 표기하였다.

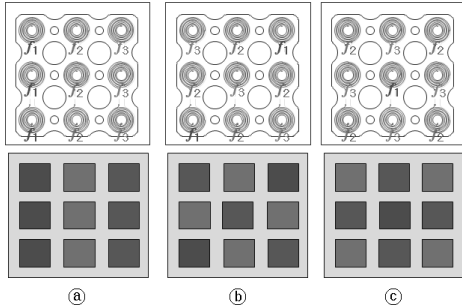


Fig. 7. Receive resonance coil used in experiment

3.3 기존 시스템 결과

Fig. 7 그림의 블록을 사용해 기존의 프로그램으로 동작시켜 정상적으로 위치, 회전 및 유무를 구별하는 기능을 Fig. 8에 나타내고 있다.

하지만, 이러한 실험에 있어 수신 공진 코일의 제작 과정에서 다양한 불량이 확인 되었다. 소규모의 실험에서도 불량이 확인되었지만, 추후 수신 공진 코일이 양산 과정에 들어가면 표면 실장 기술(Surface Mount Technology, 이하 SMT) 공정 과정 불량, 인쇄회로 불량, 주파수 응답신호 불량이 예상되는 실정이다.

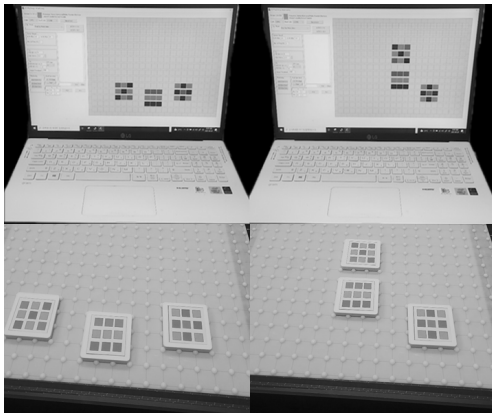


Fig. 8. Experimental results of 2D block recognition device

4. 블록의 불량

4.1 블록 검사 시 불량 원인

블록 검사 시 다음과 같은 원인으로 인해 불량이 발생

한다. 첫 번째로는 수신 공진 코일 납땜의 불량에는 오삽, 미삽, 미납, 냉납, 소납, 과납 등의 SMT 공정과정에서 발생하는 원인으로 불량이 발생한다. 이에 예시로 Fig. 9(a)는 과납, (b)는 소납, (c)는 미납을 보이고 있다.

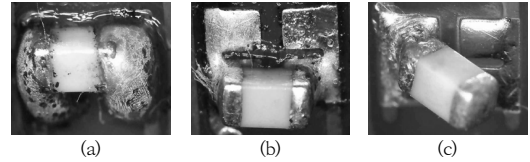


Fig. 9. (a)Excessive Soldering (b)Insufficient Soldering (c) Excited Soldering

두 번째 불량 예시로는 수신 공진 코일 및 발신 코일의 인쇄회로 불량이 있다. 인쇄회로 불량 원인은 Fig. 10에 정상의 코일과 합선, 단선으로 나타나고 있다. 이러한 경우 코일 인덕턴스 L 값이 0으로 변경되어 나타난다.

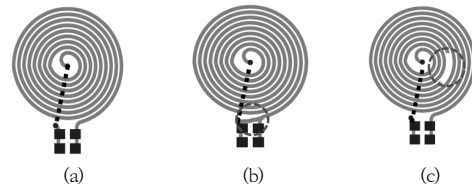


Fig. 10. (a)Normal (b)Short Circuit (c)Open Circuit

세 번째로 주파수 응답특성에서의 불량이 발생한다. 불량 원인 중에 하나로 동박 두께의 불균일에 예시를 Fig. 11에 보이고 있다. 동박의 두께가 1oz라 함은 가로 1ft, 세로 1ft의 원판에 동박을 35 μ m 높이로 깔았을 때의 두께를 말한다. 이때 동박의 두께가 감소하면 저항은 증가하게 되고 저항의 증가로 인해 신호 값의 출력감소가 예상된다.

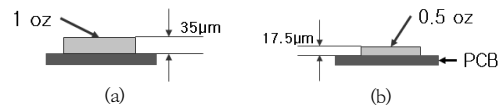


Fig. 11. (a)1oz Copper Foil (b)0.5oz Copper Foil

주파수 응답 신호 불량 마지막 예시로 동일 코일과 동일 용량의 캐패시터가 실장 되어 있는 수신 공진 코일이 두 개 있을 때 신호 값을 측정해 보면 두 개의 주파수 응답신호가 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다. 원인으로 캐패시터에는 오차범위가 존재하고, 오차범위에 따른

캐패시터의 급수가 정해진다. 한 가지 예시로 캐피시터 K급의 용량 오차범위는 $\pm 10\%$ 이며 그에 따라 신호 값이 다르게 나타남이 예상된다.

4.2 불량 종류

위에서 언급한 불량 원인에 의해서 발생하는 불량의 종류 예시 세 가지 중 하나를 보이고 있다. 위 그림 Fig. 9와 같이 SMT 공정 과정에서 발생 할 수 있는 불량의 종류이다. 납땜 불량 종류 중에는 납땜 되어 있는 부품의 한쪽 전극에 땀납이 전혀 없는 상태를 미납, 땀납이 거의 없는 상태를 소납, 납땜 되어있는 부분이 전극의 두께 이상으로 땀납이 올라가서 납이 부품 전극을 완전히 뒤덮은 상태를 과납 등의 상태로 불량이 발생할 수 있다. 위 설명한 공정 과정에서 발생하는 불량에 대해 나타나는 주파수 응답 신호를 Fig. 12에 나타냈다. 과납, 소납과 같은 경우 Fig. 12(a)과 같이 정상적으로 응답신호가 나타날 것이다. 하지만 충격이 가해지는 경우 캐패시터가 탈거되어 눈으로 확인해야 하는 실정이다. 미납, 들뜸과 같은 경우는 Fig. 12(b)와 같이 동작이 되지 않아 주파수 응답 신호를 통해 확인할 수 있다.

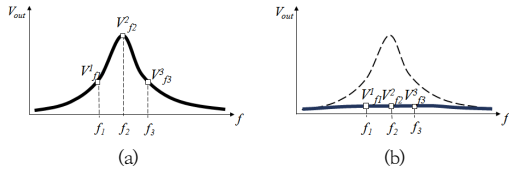


Fig. 12. Normal frequency response signal and defective frequency response signal

두 번째 불량으로 수신 공진 코일 및 발신 코일의 인쇄회로 불량이다. 인쇄회로 불량으로 인해 합선과 단선의 경우 인덕턴스 값이 0 이 되기 때문에 주파수 응답 신호는 위 그림 Fig. 12(b)와 같이 나타날 것이다.

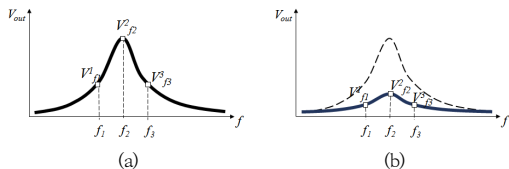


Fig. 13. (a)Normal (b)Frequency response signal for change in copper foil thickness

세 번째 주파수 응답 신호의 불량이다. 주파수 응답 특성의 불량에는 크게 두 가지가 있다. 첫 번째로 주파수 응답신호 불량의 한 종류로 코일의 동박 두께의 변화에

의한 출력을 Fig. 13에 보이고 있다. Fig. 13(a)의 경우 1oz의 출력을 나타내고 있다. 하지만 Fig. 13(b)의 경우는 0.5oz로 1oz의 출력과 비교해 낮게 출력되는 것을 예상할 수 있다.

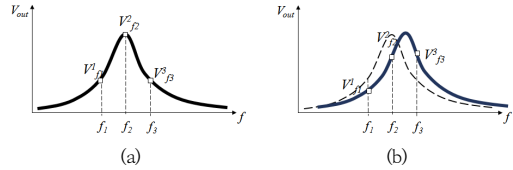


Fig. 14. (a)Normal (b)Defect due to capacitor capacitance error range

주파수 응답 신호 불량의 마지막의 예시로 캐패시터 오차범위에 의한 불량의 예를 Fig. 14에 보이고 있다. Fig. 14(a)과 같이 지정한 공진주파수가 나오는 반면 Fig. 14(b)의 경우는 캐패시터 오차범위로 인해서 설계한 공진주파수가 나오지 않아 결과 값이 다르게 도출되는 것을 볼 수 있다.

5. 검사항목 및 방법

위 4.2절에서 언급한 불량의 종류에 따라 불량을 선별하고 판정하기 위한 검사항목들이 있다.

첫 번째로 SMT 공정 과정 불량 중 소납, 과납의 경우 주파수 응답 신호를 확인해 보게 되면 정상적인 주파수 응답 신호를 나타낸다. 하지만 외부의 충격으로 인해 납 실장이 탈거되거나 파손되기 때문에 눈으로 확인해야 하는 실정이다. 그리고 미납 및 들뜸의 경우 주파수 응답 신호가 출력되지 않아 주파수 응답 특성을 확인하고 불량을 판별할 수 있다.

두 번째로 인쇄회로 불량의 패턴 합선 및 단선의 경우는 주파수 응답 신호에서 낮은 응답이 나타나기 때문에 주파수 응답 신호를 통해 불량을 선별할 수 있다.

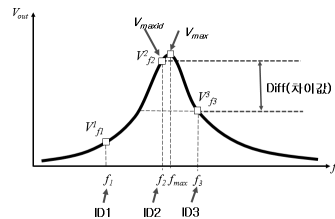


Fig. 15. Elements required for a defect inspection in a frequency response signal

세 번째로 주파수 응답신호에 관한 불량을 판별하기 위한 항목에는 출력 응답 크기에 따라 양 불량을 판별할 수 있는 요소를 Fig. 15에 보이고 있다. 수신 공진 코일의 주파수를 3개로 한정 지어서 설계할 때 해당 주파수를 f_1, f_2, f_3 라고 하고 각각을 ID1, ID2, ID3라고 정의하였다. 세 가지 주파수 중 가장 높은 값을 가지는 주파수를 ID라고 하고, ID에서의 출력값을 V_{maxid} 값, V_{maxid} 값을 제외한 다른 ID에서의 높은 출력값과의 차이를 Diff값 그리고 주파수응답신호가 보폭한지 알 수 있는 지표인 Q 값이 있다. Q 값은 공진주파수에서의 값 f_{max} 과 3dB 떨어진 지점과의 상관관계를 Eq. (1)에 표기하였다.

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f} \quad (1)$$

Where, f_0 resonante frequency, Δf 3dB bandwidth

이를 통해 Q값의 성질로 Q값이 높을수록 보폭한 형태를 띠고, Q값이 낮을수록 뾰족한 형태를 띠게 된다.

6. 검사시스템

6.1 검사 시스템 구성

검사 시스템은 출력 결과 표시창과 설정 메뉴로 구성되어 있다. 센서 보드와 컨트롤 보드로부터 수집된 데이터를 실시간으로 출력하여 양불량 상태를 확인할 수 있고, 수신 공진 코일을 이용해 위치와 ID를 명확히 표시하였다. 동작 상태 확인 중에 설정 요소나 조건 변경이 필요한 경우, 다시 다운로드하지 않고도 MFC 응용 프로그램을 활용하여 간편하게 변경할 수 있도록 구성하였고, Fig. 16에 보이고 있다.

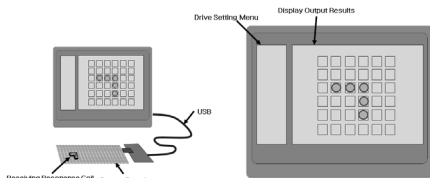


Fig. 16. Configuration of the inspection system

6.2 검사 시스템 운영프로그램

위 6.1에서 언급한 MFC운영 프로그램을 제작하였다. Fig. 17의 왼쪽에 보이는 것과 같이 구동 설정 메뉴창과

오른쪽에는 출력 결과 표시창으로 구현하였다.

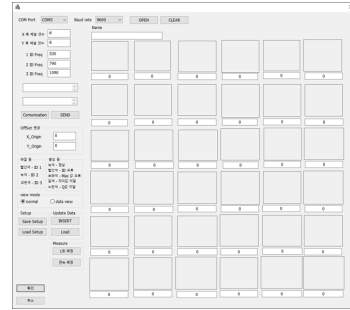


Fig. 17. Configuring the inspection system MFC operating program

6.3 검사 시스템 흐름도

양산시 블록 검사를 위한 흐름도를 Fig. 18에 보이고 있다. 검사가 시작되면 공진주파수의 ID를 확인한다. ID1의 경우 원의 테두리에 적색으로 표시했고, ID2의 경우는 녹색, ID3의 경우 청색으로 구분 할 수 있다. ID가 정해지면 설계한 ID와 같은지 확인 후, 일치 하지 않는 경우 원의 중심부에 적색으로 표시 하고, 다른 불량을 확인하지 않고 불량으로 처리해 표시한다. 만일 지정한 ID와 일치한 경우 차례대로 V_{maxid} 값이 미달 값인 α 보다 작은 경우 보라색 Max불량, Diff값이 미달 값인 β 보다 작은 경우 갈색 Diff불량, Q값이 미달 값인 γ 보다 작은 경우 노란색 Q불량으로 표기 하였고, 모든 검사항목에 대한 미달 값을 만족하는 경우 녹색으로 정상으로 표현 하도록 구성하였다.

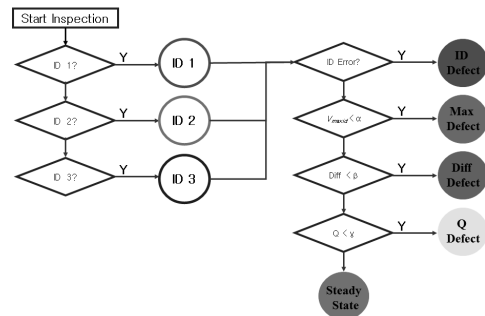


Fig. 18. Inspection process flow chart

7. 검사 결과

수신 공진 코일에 대한 검사를 진행함에 있어 양불량

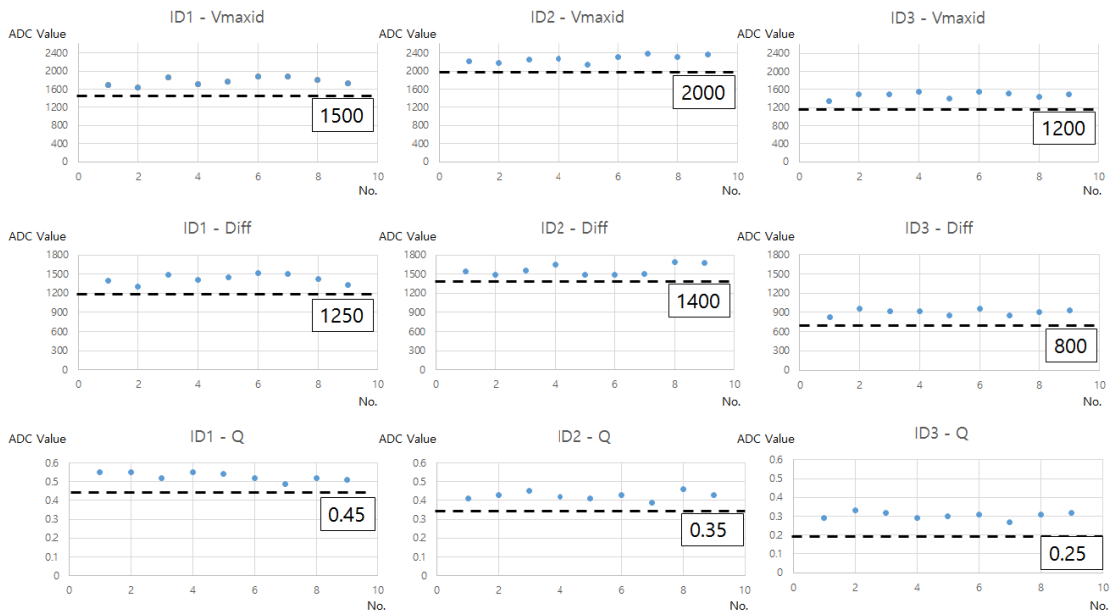


Fig. 19. Criteria for selecting below ID1, ID2 and ID3 values

을 확인 할 수 있는 미달 값 α , β , γ 를 설정하기 위해 대 표적으로 한글모양 수신 공진 코일을 사용하여 실험하였다.

한글모양의 수신 공진 코일의 인덕턴스 값은 $0.98\mu\text{H}$, 저항은 0.44Ω , 그에 해당하는 캐패시터 값으로 ID1은 120nF , ID2는 47nF , ID3는 24.7nF 으로 설정하고 캐패 시터를 실장 하여 실험을 진행하였다. 실험결과 Fig. 19 과 같이 9개의 시료를 통해 전체적인 값을 확인하였고, 이를 바탕으로 미달 값을 설정하였다. 또한, 한글모양 수 신 공진 코일의 미달 값을 통해 펜토미노, 칠교놀이의 수 신 공진 코일의 미달 값을 설정하였다.

Fig. 19에서 설정된 미달 값을 기준으로 Fig. 20과 같 이 센서보드의 발신코일 위에 수신 공진 코일을 올려 검 사하였으며, 검사 결과는 MFC응용프로그램의 결과 출력 창에 출력된다. 칠교놀이의 수신 공진 코일의 ID는 1로 원의 테두리에 적색으로 표기되고, 모든 요소들이 기준 치를 만족하는 경우 원의 중심부가 녹색으로 표시되며 정상으로 확인하였다.

하지만, 보다 자세한 정보를 통해 확인하고 싶은 경우 다음의 Fig. 21에서는 View Data Mode를 통해 해당위 치 코일에 세부 요소들이 출력되는 예시를 보여주고 있 다. 더불어, Fig. 21에서 화살표로 표시된 위치를 더블클 릿 하면 새로운 대화창이 열려 주파수응답신호를 정확하 게 확인할 수 있다.

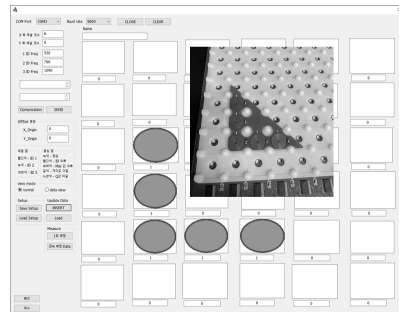


Fig. 20. Inspection results of receiving resonance coil

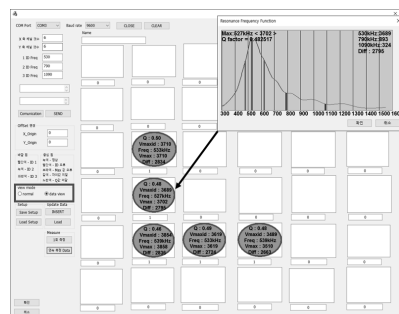


Fig. 21. New dialog window to provide frequency response signal

다음의 검사는 Fig. 22와 같이 펜토미노 수신 공진 코 일에 대해 보이고 있다. 이 결과, 펜토미노 수신 공진 코

일의 검사에서는 캐패시터의 오삽으로 인해 수신 공진 코일의 ID 불량률이 발견되었다. ID1의 공진주파수는 설계상 530kHz로 예상되었으나, 주파수응답신호의 결과를 살펴보면 716kHz의 값을 나타내고 있다. 이에 따라 ID불량으로 분류되어 원의 중심부에 적색으로 표시되었다.

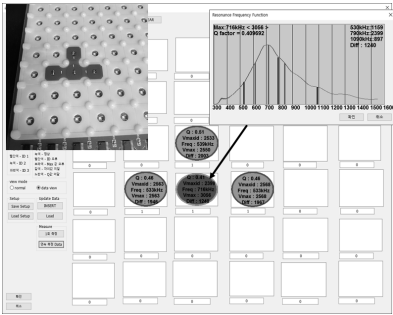


Fig. 22. Defect ID for receiving resonance coil

다음은 한글 ‘ㄹ’모양 수신 공진 코일 검사를 진행하였다. Fig. 23에 나타난 주파수응답 신호 및 검사 결과에 따르면, 모든 검사요소들이 규정된 미달 값을 만족해 검사결과 정상의 상태로 나타난다.

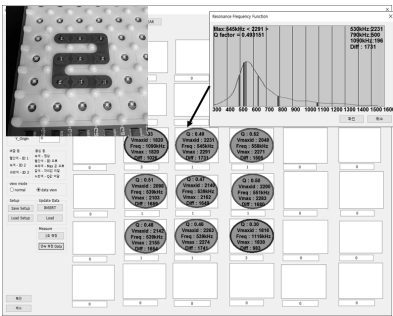


Fig. 23. Inspection results of receiving resonance coil in Korean ‘ㄹ’ shape

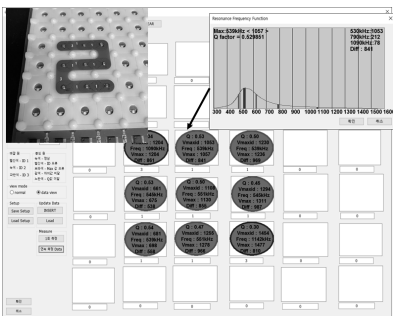


Fig. 24. defect Max value of Korean ‘ㄹ’ shape receiving resonant coil inspection results

그러나 Fig. 24 의 한글 ‘ㄹ’ 수신 공진 코일의 경우 Fig. 23의 수신 공진 코일과 비슷한 형태를 보이고 있지만, 검사 결과에서 V_{max} 값 미달되어 Max 불량으로 나타나고 있으며, 이를 고려하면 수신 공진 코일은 동박의 두께가 0.5oz로 예상된다.

이전의 실험을 기반으로 하여 불량률 안정적으로 검출하고, 불량률의 원인을 분석할 수 있는 정보를 제공하여 관리할 수 있도록 시스템을 개발하였다.

8. 결론

본 연구에서는 전자기유도를 활용한 무선 인식 교육용 교구 시스템의 최초 개발을 수행하였다. 양산시의 수신 공진 코일이 내장된 블록의 불량품을 검사하는 검사 시스템이 필요한 실정이었다.

연구목표는 불량률의 원인을 분석하고, 효율적인 검사 방법을 제안하여 실시간으로 불량률 검사할 수 있는 시스템을 개발하는 것이다. 한글, 펜토미노, 칠교놀이 블록을 대상으로 한 실험에서 양품과 불량률 신속하게 검출하고, 불량률이 감지된 경우 검사 결과를 시각적으로 표시하여 원인을 파악할 수 있는 시스템을 설계하고 구현하였다.

향후 연구 방향으로는 양산 시 발생할 수 있는 다양한 현장 요구사항을 고려하여 효율성 증가 및 데이터 분석을 위한 추가적인 연구가 필요하다. 또한, 더욱 정교한 알고리즘과 센서의 성능 향상을 통해 검사 시스템을 발전시키고, 현장에서의 실제 적용 가능성을 높이기 위한 노력이 필요하다. 이를 통해 교육용 무선 인식 교구의 품질 향상 및 실제 활용 가능성을 높일 것으로 기대된다.

References

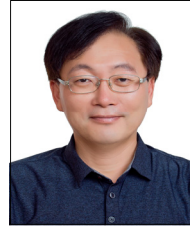
- [1] Playtango, Hanguk Phonics Set , Playtango Inc., 2019, Available From: https://playtango.co.kr/shop_view/?idx=246 (accessed Oct. 12, 2022)
- [2] Y. K. Ryu, K. W. Koh, H. S. Kim, "A Non-contact Two-Dimensional Position Sensing Device Using Electromagnetic Induction", Journal of the Korean Society for Precision Engineering, Vol.29, No.11, pp.1159-1163, Nov 2012. DOI: <https://doi.org/10.7736/KSPE.2012.29.11.1159>
- [3] Y. K. Ryu, "Design of a Multiple Transmit Coil Driver

for Implantable Telemetry Devices”, Institute of Control, Robotics and Systems, Vol.21, No.7, pp609-614, July 2015.

- [4] Y. K. Ryu, M. H. Jeong, E. H. Kim, S. H. Hwang "Development of 2D Block Inspection System for Early Childhood Education Tools Using Electromagnetic Induction Method", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.24, No.3, pp.491-498, Mar 2023.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.3.491>
- [5] Y. K. Ryu, "Wireless Power Transmission Technology for Implantable Telemetry Device based on Multiple Transmit Coils", The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.15, No.2, pp203-211, April 2015.
- [6] S. K. Kim, "Wireless power transmission technology using multiple transmitter coils," Sun Moon University Master Thesis (in Korean), 2014.
- [7] Y. K. Ryu, M. H. Jeong, "Development of Two Dimensional Block Recognition Device using Electromagnetic Induction Method for Early Childhood Education Teaching Aids", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.24, No.2, pp.243-249, Feb 2023.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.2.243>

유 영 기(Young Kee Ryu)

[정회원]



- 1989년 2월 : 한국과학기술원 생 산공학과 (공학석사)
- 1989년 2월 ~ 1992년 2월 : 삼성 종합기술원 연구원
- 1996년 2월 : 한국과학기술원 자동화 및 설계공학과 (공학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야>

정전용량 전자펜, 전자기유도 전자펜, 입력장치, 영상처리, 광응용 기술,

정 민 혁(Min Hyuk Jeong)

[준회원]



- 2022년 2월 : 선문대학교 정보통신공학과 (학사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 대학원 정보통신공학과 (석사)

<관심분야>

정밀계측, 전자기유도 센서, 마이크로프로세서 응용