

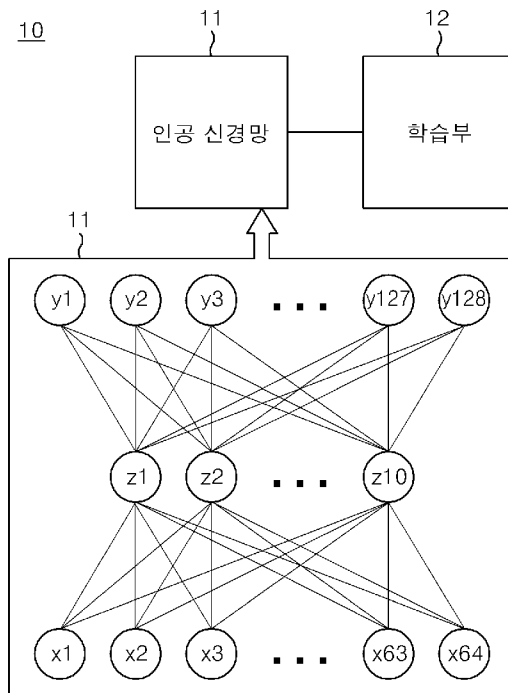


- (51) 국제특허분류: *G01N 23/223* (2006.01) *G06F 19/00* (2011.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/009361
- (22) 국제출원일: 2013년 10월 18일 (18.10.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2013-0067850 2013년 6월 13일 (13.06.2013) KR
- (71) 출원인: 전북대학교산학협력단 (INDUSTRIAL CO-OPERATION FOUNDATION CHONBUK NATIONAL UNIVERSITY) [KR/KR]; 561-756 전라북도 전주시 덕진구 백제대로 567, Jeollabuk-do (KR). 목포대학교산학협력단 (MOKPO NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIA COOPERATION GROUP) [KR/KR]; 534-729 전라남도 무안군 청계면 영산로 1666, Jeollanam-do (KR). 주식회사 아이에스피 (ISP CO., LTD.) [KR/KR]; 561-738 전라북도 전주시 덕진구 팔과정로 20, 303-1 호, Jeollabuk-do (KR).
- (72) 발명자: 이재환 (LEE, Jaehwan); 565-832 전라북도 완주군 상관면 신리로 99, 102 동 205 호, Jeollabuk-do (KR). 천선일 (CHON, Sun II); 536-801 전라남도 해남군 해남읍 고도길 19-2, Jeollanam-do (KR). 박동선 (PARK, Dong Sun); 561-785 전라북도 전주시 덕진구 효성 2길 16 동아아파트 106 동 802 호, Jeollabuk-do (KR). 윤숙 (YOON, Sook); 561-390 전라북도 전주시 덕진구 오신 1길 25, Jeollabuk-do (KR). 박정권 (PARK, Jung Goun); 305-758 대전시 유성구 송강로 15 송강한솔아파트 103 동 1208 호, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 다해 (DAHAI INTERNATIONAL PATENT AND LAW FIRM); 135-923 서울시 강남구 테헤란로 20길 10 쓰리엠타워 10층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: APPARATUS FOR SEPARATING OVERLAPPING PEAK IN SPECTRUM AND X-RAY FLUORESCENCE ANALYSIS APPARATUS USING SAME

(54) 발명의 명칭 : 스펙트럼내 중첩 피크 분리 장치 및 이를 이용하는 X선 형광 분석 장치



11 ... Artificial nerve network
12 ... Learning unit

(57) Abstract: The present invention relates to an overlapping peak separation apparatus capable of more simply and more rapidly separating overlapping peaks using an artificial nerve network, and an X-ray fluorescence analysis apparatus using the same. The overlapping peak separation apparatus comprises: an artificial nerve network including an input layer to which a signal spectrum including overlapping peaks is input, an output layer from which a peak detection value of the signal spectrum is output, and a hidden layer located between the input layer and the output layer, wherein the input layer and the hidden layer, and the hidden layer and the output layer are interconnected with a connection strength corresponding to the relationship between the overlapping peak and the peak detection value; and a learning unit for adjusting the connection strength such that an error rate of the output layer reaches a target error rate, while repeatedly inputting learning data into the artificial nerve network.

(57) 요약서: 본 발명은 인공 신경망을 이용하여 중첩 피크를 보다 간단하고 신속하게 분리할 수 있도록 하는 중첩 피크 분리 장치 및 이를 이용하는 X선 형광 분석 장치에 관한 것으로, 상기 중첩 피크 분리 장치는 중첩 피크를 포함하는 신호 스펙트럼이 입력되는 입력층, 상기 신호 스펙트럼의 피크 검출값이 출력되는 출력층, 및 상기 입력층과 출력층 사이에 위치하는 은닉층으로 구성되고, 상기 입력층과 은닉층 사이와 상기 은닉층과 출력층 사이는 상기 중첩 피크와 상기 피크 검출값의 상관관계인 연결강도로 연결되는 인공 신경망; 및 상기 인공 신경망에 학습 데이터를 반복 입력하면서, 상기 출력층의 오차율이 목표 오차율에 도달하도록 상기 연결 강도를 조정하는 학습부;를 포함할 수 있다.



SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 스펙트럼내 중첩 피크 분리 장치 및 이를 이용하는 X선 형광 분석 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 X선 형광 분석 기술에 관한 것으로, 특히 X선 형광 분석을 위해 스펙트럼에 포함된 중첩 피크를 보다 간단하고 신속하게 분리할 수 있도록 하는 중첩 피크 분리 장치 및 이를 이용하는 X선 형광 분석 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] X선 형광 분석기(X-Ray Fluorescence Analyzer)는 인체에 유해한 중금속의 함유 정도를 분석하는 장치로, 샘플의 조제가 용이하고, 비 파괴적으로 검사가 가능하며, 분석 시간이 짧고, 뿐만 아니라 분석자의 숙련도가 분석의 정확도에 영향을 미치지 않는 장점을 가진다.
- [3] X선 형광 분석기는 스펙트럼에 포함된 백그라운드와 잡음을 제거한 후, 피크 데이터의 채널 위치와 크기를 이용하여 샘플의 함유물과 함유량을 분석하도록 한다.
- [4] 스펙트럼에 포함된 피크의 채널 위치는 원소의 종류를 나타내고, 피크의 크기는 원소량을 나타내므로, 피크의 피크 데이터의 채널 위치와 크기는 스펙트럼 분석에 매우 중요한 근거가 된다.
- [5] 그러나 도 1에 도시된 바와 같이, 일부 원소가 가지는 에너지의 위치가 같으면 2~3개의 피크 데이터가 중첩되게 되며, 이러한 경우 정확한 정성 및 정량 분석이 불가능해지는 문제가 발생하게 된다.
- [6] 이에 종래에는 마콰트법(Marquardt-Levenberg method) 등을 이용하여, 스펙트럼에 포함된 중첩 피크를 도 2와 같이 서로 분리하도록 하였으나, 이는 전처리 과정을 통해 스펙트럼에 포함된 잡음을 반드시 제거한 후에야 수행 가능한 단점이 있었다. 또한, 스펙트럼 데이터의 복잡도에 따라 연산 시간이 증가되는 문제도 있었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 이에 본 발명에서는 잡음에 대해 강인한 특성을 가지며 항상 일정한 연산 시간만을 소요하는 인공 신경망을 학습시킨 후 이를 통해 중첩 피크를 분리함으로써, 중첩 피크 분리 동작을 보다 간단하고 신속하게 수행할 수 있도록 하는 중첩 피크 분리 장치 및 이를 이용하는 X선 형광 분석 장치를 제안하고자 한다.

과제 해결 수단

- [8] 상기 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 본 발명의 일 실시 형태에 따르면, 중첩 피크를 포함하는 신호 스펙트럼이 입력되는 입력층, 상기 신호 스펙트럼의 피크

검출값이 출력되는 출력층, 및 상기 입력층과 출력층 사이에 위치하는 은닉층으로 구성되고, 상기 입력층과 은닉층 사이와 상기 은닉층과 출력층 사이는 상기 중첩 피크와 상기 피크 검출값의 상관관계인 연결강도로 연결되는 인공 신경망; 및 상기 인공 신경망에 학습 데이터를 반복 입력하면서, 상기 출력층의 오차율이 목표 오차율에 도달하도록 상기 연결 강도를 조정하는 학습부;를 포함하는 중첩 피크 분리 장치를 제공한다.

- [9] 상기 입력층은 n (n 은 자연수)개의 노드를 구비하고, 상기 출력층은 $2n$ 개의 노드를 구비하며, 상기 은닉층은 m (m 은 n 보다 작은 자연수)개 미만의 노드를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [10] 상기 학습 데이터는 두 개의 피크 데이터를 중첩시킨 신호 스펙트럼인 것을 특징으로 한다.
- [11] 상기 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 본 발명의 다른 실시 형태에 따르면, 스펙트럼 데이터를 획득하는 DAQ(Data Acquisition Systems) 시스템; 상기 스펙트럼 데이터에 포함된 잡음과 백그라운드를 제거하는 인공 효과 제거부; 상기 스펙트럼 데이터에 포함된 피크를 검출하고, 중첩 피크는 인공 신경망을 통해 분리하는 피크 분리부; 및 상기 피크의 위치 및 크기를 통해 원소 종류 및 함유량을 파악하는 정량 정성 분석부를 포함하는 X선 형광 분석 장치를 제공한다.
- [12] 상기 피크 분리부는 중첩 피크를 포함하는 신호 스펙트럼이 입력되는 입력층, 상기 신호 스펙트럼의 피크 검출값이 출력되는 출력층, 및 상기 입력층과 출력층 사이에 위치하는 은닉층으로 구성되고, 상기 입력층과 은닉층 사이와 상기 은닉층과 출력층 사이는 상기 중첩 피크와 상기 피크 검출값의 상관관계인 연결강도로 연결되는 인공 신경망을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [13] 상기 입력층은 n (n 은 자연수)개의 노드를 구비하고, 상기 출력층은 $2n$ 개의 노드를 구비하며, 상기 은닉층은 m (m 은 n 보다 작은 자연수)개 미만의 노드를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [14] 상기 피크 분리부는 상기 인공 신경망에 학습 데이터를 반복 입력하면서, 상기 출력층의 오차율이 목표 오차율에 도달하도록 상기 연결 강도를 조정하는 학습부;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [15] 본 발명에서는 잡음에 강인한 특성을 가지는 인공 신경망을 통해 중첩 피크를 분리하도록 함으로써, 스펙트럼에 포함된 잡음을 제거하기 위한 전처리 작업을 수행할 필요가 없다. 이에 중첩 피크 분리에 소요되는 시간 및 자원이 전체적으로 감소될 수 있다.
- [16] 또한, 인공 신경망의 연산 속도는 입력 데이터가 신경망을 통과하는 속도에 의해 결정될 뿐 입력 데이터의 복잡도에는 영향을 받지 않으므로, 연산 소요 시간을 정확하게 예측할 수 있으며, 이에 따라 시스템 동작의 신뢰성도 보장할

수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [17] 도 1은 중첩 피크를 가지는 스펙트럼의 일예를 도시한 도면이다.
- [18] 도 2는 중첩 피크의 분리 결과를 도시한 도면이다.
- [19] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 중첩 피크 분리 장치를 도시한 도면이다.
- [20] 도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 데이터와 학습 목표치를 도시한 도면이다.
- [21] 도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 중첩 피크 분리 장치에 포함된 인공 신경망의 동작 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [22] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 중첩 피크 분리 장치를 포함하는 X선 형광 분석 시스템을 도시한 도면이다.
- [23] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 X선 형광 분석 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [24] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대해 구체적으로 살펴보기로 한다.
- [25] 다만, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 용어가 동일하더라도 표시하는 부분이 상이하면 도면 부호가 일치하지 않음을 미리 말해두는 바이다.
- [26] 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 설정된 용어들로서 이는 실험자 및 측정자와 같은 사용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있으므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [27] 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [28] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다.
- [29] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게

- 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [30] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [31] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 중첩 피크 분리 장치를 도시한 도면이다.
- [32] 도 3을 참고하면, 본 발명의 중첩 피크 분리 장치(10)는 인공 신경망(11) 및 학습부(12)를 포함하여 구성되고, 인공 신경망(11)은 n (n 은 자연수)개의 노드를 가지는 입력층($x_1 \sim x_{64}$), $2n$ 개의 노드를 가지는 출력층($y_1 \sim y_{128}$), 및 입력층($x_1 \sim x_{64}$)과 출력층($y_1 \sim y_{128}$) 사이에 위치하며 m (m 은 n 보다 작은 자연수)개 미만의 노드를 가지는 은닉층($z_1 \sim z_{10}$)으로 구성되고, 입력층($x_1 \sim x_{64}$)과 은닉층($z_1 \sim z_{10}$) 사이와 은닉층($z_1 \sim z_{10}$)과 출력층($y_1 \sim y_{128}$) 사이는 입력값과 출력값의 상관관계인 연결강도로 연결된다.
- [33] 인공 신경망은 뇌기능의 특성 몇 가지를 컴퓨터 시뮬레이션으로 표현하는 것을 목표로 하는 수학 모델로, 인공신경망은 시냅스의 결합으로 네트워크를 형성한 인공 뉴런(노드)이 학습을 통해 시냅스의 연결 강도를 변화시켜, 문제 해결 능력을 가지는 모델 전반을 가리킨다.
- [34] 인공 신경망에는 교사 신호(정답)의 입력에 의해서 문제에 최적화되어 가는 교사 학습과 교사 신호를 필요로 하지 않는 비교사 학습이 있다. 명확한 해답이 있는 경우에는 교사 학습이, 데이터 클러스터링에는 비교사 학습이 이용된다. 결과적으로 모두 차원을 줄이기 위해, 화상이나 통계 등 다차원량의 데이터로, 선형 분리 불가능한 문제에 대해서, 비교적 작은 계산량으로 양호한 회답을 얻을 수 있는 것이 많다. 그 때문에, 패턴 인식이나 데이터 마이닝 등, 다양한 분야에서 응용되고 있다.
- [35] 본 발명에서는 이와 같은 인공 신경망을 이용하여 스펙트럼내에 존재하는 중첩 피크를 분리함으로써, 처리 속도 및 정확도의 향상을 도모하고자 한다.
- [36] 먼저, 학습부(12)는 도 4와 같이 사용자가 지정한 채널 위치와 크기를 가지는 두 개의 피크 데이터를 더하여 하나의 학습 데이터를 생성하고, 학습 데이터에 대응하여 출력층($y_1 \sim y_{128}$)이 출력해야 할 두 개의 피크 데이터의 채널 위치와 크기를 설정한다.
- [37] 그리고 나서 생성된 학습 데이터를 인공 신경망(11)에 반복 입력하면서 출력층($y_1 \sim y_{128}$)이 도 5와 같이 사전에 설정된 두 개의 피크 신호를 출력할 수 있도록 연결 강도를 조정한다. 만약 인공 신경망(11)이 사전에 설정된 두 개의 피크 신호를 출력하면, 이때의 연결 강도를 저장하고 학습 종료한다. 즉, 학습부(12)는 인공 신경망 학습 과정을 통해 출력층의 오차율이 목표 오차율에 도달하도록 연결 강도를 조정하도록 한다.
- [38] 인공 신경망(11)은 상기와 같은 학습이 종료된 상태에서, 입력층($x_1 \sim x_{64}$)을 통해 중첩 피크가 포함된 스펙트럼 데이터가 입력되면, 도 6와 같이 중첩 피크를

서로 다른 채널과 크기를 가지는 두 개의 피크로 분리하여 출력층(y1~y128)을 통해 출력한다.

[39] 인공 신경망(11)의 출력층(y1~y128)의 노드수는 입력층(x1~x64)의 노드수의 두 배인 것이 바람직한데, 이는 중첩 피크 대부분이 두 개의 피크 데이터가 중첩되어 발생되기 때문이다.

[40] 이와 같이 구성 및 동작하는 인공 신경망(11)은 잡음에 대해 강인한 특성을 가지며, 입력 데이터의 복잡도와 상관없이 항상 일정한 연산 시간을 소요하는 특징을 가지게 된다.

[41] 그 결과, 인공 신경망(11)을 이용하여 중첩 피크 분리 동작을 수행하는 본 발명의 중첩 피크 분리 장치(10)는 스펙트럼에 포함된 잡음을 제거하기 위한 전처리 작업을 수행할 필요가 없고, 또한 연산 시간을 예측할 수 있어 향상된 동작 신뢰성을 가질 수 있다.

[42] 이하의 표1은 인공 신경망을 통해 중첩 피크를 분리하는 경우와 마와트법(ML)을 통해 중첩 피크를 분리하는 경우의 성능을 비교한 표이다.

[43] 표1을 참고하면, 인공 신경망을 통해 중첩 피크 분리 동작을 수행하는 경우는, 마와트법(ML)에 비해 실행시간과 PSNR 측면 모두에서 보다 우수한 특성을 가짐을 알 수 있다.

[44] 표 1

[Table 1]

SNR(dB)	인공 신경망 평균 실행시간	ML 알고리즘평균 실행시간	인공 신경망평균 PSNR(dB)	ML 알고리즘 평균 PSNR(dB)
50	0.0148	0.0418	43.1	54.6
40	0.0182	0.0418	45.4	44.1
30	0.0182	0.0434	44.1	11.4
20	0.0182	0.0447	38.3	12.4
10	0.0186	0.0457	29.7	16.9

[45] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 중첩 피크 분리 장치를 포함하는 X선 형광 분석 시스템을 도시한 도면이다.

[46] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 X선 형광 분석 시스템은 형광 X 선 검출부(100), DAQ(Data Acquisition Systems) 시스템(200), 인공 효과 제거부(300), 피크 분리부(400), 및 정량 정성 분석부(500) 등을 포함하여 구성된다.

[47] 이하, 각 구성 요소의 기능을 살펴보면 다음과 같다.

[48] 형광 X 선 검출부(100)는 X-선 소스(110), X-선 검출기(120), 및 증폭기(130) 등을 구비하고, 샘플(5)을 향해 1차 X-선을 조사하고, 이에 의하여 발생되는 2차 형광 X-선을 검출한다.

[49] DAQ 시스템(200)은 형광 X-선을 지수 함수 형태로 입력받고, 사다리꼴 필터의

- 최대값의 검출 횟수를 누적하여 스펙트럼 데이터를 획득한다.
- [50] 인공 효과 제거부(300)는 스펙트럼 데이터에 포함된 각종 불필요 신호를 제거한다. 더욱 상세하게는, 스펙트럼 데이터를 평탄화하여 잡음을 제거한 후, 피크로 추정되는 위치의 신호를 확장하여 백그라운드와 피크 영역 구분을 용이하고, 스펙트럼 데이터에 포함된 백그라운드를 제거한다.
- [51] 피크 분리부(400)는 도 3의 구성 및 동작되는 중첩 피크 분리 장치(10)로 구현될 수 있다. 즉, 피크 분리부(400)는 스펙트럼 데이터에 포함된 피크를 검출하고, 중첩 피크는 도 3의 분리 장치(10), 특히 인공 신경망(11)을 통해 두 개의 피크 신호로 분리한다.
- [52] 피크의 위치는 원소의 종류를 나타내며, 피크의 크기는 원소량을 나타내므로, 에너지 위치가 같은 원소가 다수개 존재하여 2~3개의 피크 신호가 겹쳐지면 정확한 정량 정성 분석이 불가능해진다. 이에 본 발명에서는 인공 신경망을 이용하여 중첩 피크 분리 동작을 하는 중첩 피크 분리 장치(10)를 통해 스펙트럼에 포함된 중첩 피크를 모두 분리하도록 한다.
- [53] 그러면, 정량 정성 분석부(500)는 스펙트럼에 포함된 피크의 채널 위치와 크기를 추출한 후, 피크 위치를 기반으로 원소의 종류를 파악하고, 피크 크기를 기반으로 원소의 함유량을 파악하도록 한다.
- [54] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 X선 형광 분석 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [55] 도 8을 참고하면, 본 발명의 X선 형광 분석 방법은 스펙트럼 획득 단계(S10), 평탄화 단계(S20), 백그라운드 제거 단계(S30), 피크 검출 단계(S40), 중첩 피크 분리 단계(S50) 및 정량 정성 분석 단계(S70)를 포함한다.
- [56] 스펙트럼 획득 단계(S10)에서는, 샘플을 향해 1차 X-선을 조사하고, 이에 의하여 발생하는 2차 형광 X-선을 검출하여 샘플에 대한 스펙트럼을 획득한다. 형광 X-선은 지수 함수 형태로 입력되며, 사다리꼴 필터의 최대값의 검출 횟수를 누적하여 스펙트럼 데이터를 얻을 수 있다.
- [57] 평탄화 단계(S20)에서는, 이동평균 필터(Moving average filter), 사비츠키-골레이 스무딩 데리버티브 필터(Savitzky-Golay smoothing derivative filter) 등을 이용하여 스펙트럼 데이터에 포함된 잡음을 줄이고, 피크로 추정되는 위치의 신호를 확장하여 백그라운드와 피크 영역 구분을 용이하게 한다.
- [58] 백그라운드 제거 단계(S30)에서는, 모폴로지 알고리즘, SNIP 알고리즘, 임계값 적용 방법 등을 통해 스펙트럼에 포함된 백그라운드를 추정 및 제거한다. 백그라운드는 실제 원소의 형광 에너지를 제외한 컨티넘(continuum) 부분을 의미하며, 원래 피크에 크기가 더해져 성분 분석에 영향을 준다. 백그라운드는 검출기의 종류와 필터의 따라서 다르게 검출되지만, 피크와 달리 이웃한 채널에서는 서로 유사한 크기를 가지며, 이러한 특성을 이용하여 백그라운드를 제거할 수 있다.
- [59] 피크 검출 단계(S40)에서는, 스펙트럼 데이터에 포함된 피크를 검출한다.

스펙트럼 데이터는 형광 X-선의 에너지의 분포이며, 원소의 포함도를 분석하기 위해서는 피크의 위치가 중요한 변수가 된다. 피크의 위치는 가우시안 곡선의 반치 폭에 해당하는 피크들만을 남기는 탐헛 필터 등을 적용하여 검출할 수 있다.

- [60] 중첩 피크 분리 단계(S50)에서는, 스펙트럼 데이터에 포함된 중첩 피크를 검출한 후, 인공 신경망(11)을 통해 중첩 피크를 보다 신속하고 정확하게 분리하도록 한다.
- [61] 정량/정성 분석 단계(S60)에서는, 스펙트럼에 포함된 피크를 찾고, 이러한 피크들을 기반으로 하여 채널별 강도를 분석하여 스펙트럼의 원소별 정량/정성 분석한다.
- [62] 상기의 설명에서는 본 발명의 중첩 피크 분리 기술을 X선 형광 분석 기술에 적용하는 경우에 한하여 설명하였으나, 이는 영상 처리 분야, 데이터 통신 분야 등에도 동일하게 적용 가능할 것이다. 즉, 신호 중첩이 빈번히 발생하고, 이를 처리해야 하는 모든 분야에 적용될 수 있을 것이다.
- [63] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 중첩 피크를 포함하는 신호 스펙트럼이 입력되는 입력층, 상기 신호 스펙트럼의 피크 검출값이 출력되는 출력층, 및 상기 입력층과 출력층 사이에 위치하는 은닉층으로 구성되고, 상기 입력층과 은닉층 사이와 상기 은닉층과 출력층 사이는 상기 중첩 피크와 상기 피크 검출값의 상관관계인 연결강도로 연결되는 인공 신경망; 및
상기 인공 신경망에 학습 데이터를 반복 입력하면서, 상기 출력층의 오차율이 목표 오차율에 도달하도록 상기 연결 강도를 조정하는 학습부;를 포함하는 중첩 피크 분리 장치.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,
상기 입력층은 n (n 은 자연수)개의 노드를 구비하고, 상기 출력층은 $2n$ 개의 노드를 구비하며, 상기 은닉층은 m (m 은 n 보다 작은 자연수)개 미만의 노드를 구비하는 것을 특징으로 하는 중첩 피크 분리 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 학습 데이터는
두 개의 피크 데이터를 중첩시킨 신호 스펙트럼인 것을 특징으로 하는 중첩 피크 분리 장치.
- [청구항 4] 스펙트럼 데이터를 획득하는 DAQ(Data Acquisition Systems) 시스템;
상기 스펙트럼 데이터에 포함된 잡음과 백그라운드를 제거하는 인공 효과 제거부;
상기 스펙트럼 데이터에 포함된 피크를 검출하고, 중첩 피크는 인공 신경망을 통해 분리하는 피크 분리부; 및
상기 피크의 위치 및 크기를 통해 원소 종류 및 함유량을 파악하는 정량 정성 분석부를 포함하는 X선 형광 분석 장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서, 상기 피크 분리부는
중첩 피크를 포함하는 신호 스펙트럼이 입력되는 입력층, 상기 신호 스펙트럼의 피크 검출값이 출력되는 출력층, 및 상기 입력층과 출력층 사이에 위치하는 은닉층으로 구성되고, 상기 입력층과 은닉층 사이와 상기 은닉층과 출력층 사이는 상기 중첩 피크와 상기 피크 검출값의 상관관계인 연결강도로 연결되는 인공 신경망을 포함하는 것을 특징으로 하는 X선 형광 분석 장치.
- [청구항 6] 제5 항에 있어서,
상기 입력층은 n (n 은 자연수)개의 노드를 구비하고, 상기 출력층은 $2n$ 개의 노드를 구비하며, 상기 은닉층은 m (m 은 n 보다 작은 자연수)개 미만의 노드를 구비하는 것을 특징으로 하는 X선 형광

[청구항 7]

분석 장치.

제5항에 있어서, 상기 피크 분리부는

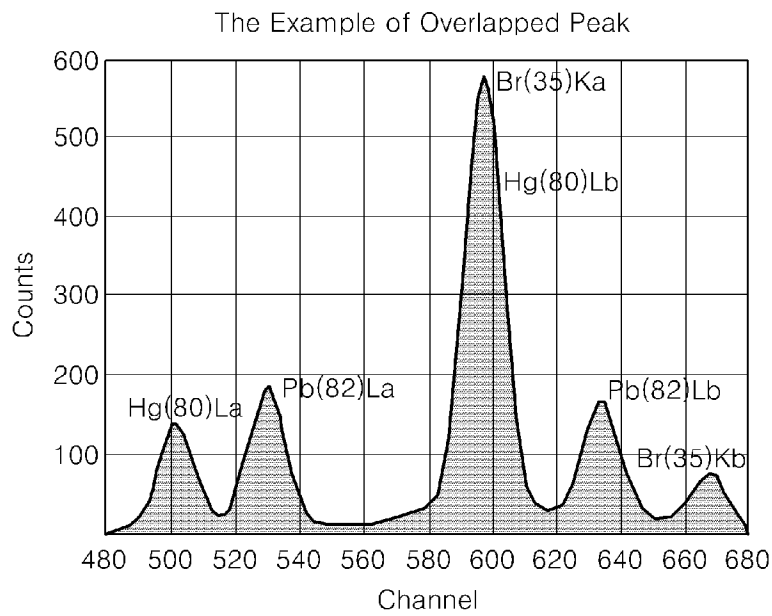
상기 인공 신경망에 학습 데이터를 반복 입력하면서, 상기

출력층의 오차율이 목표 오차율에 도달하도록 상기 연결 강도를

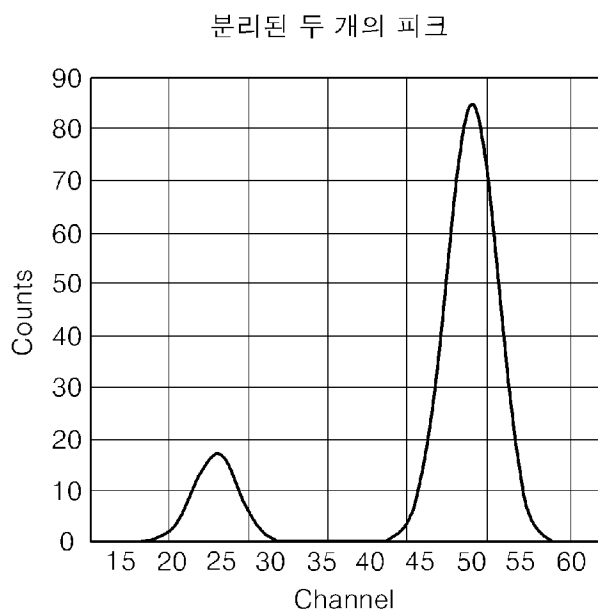
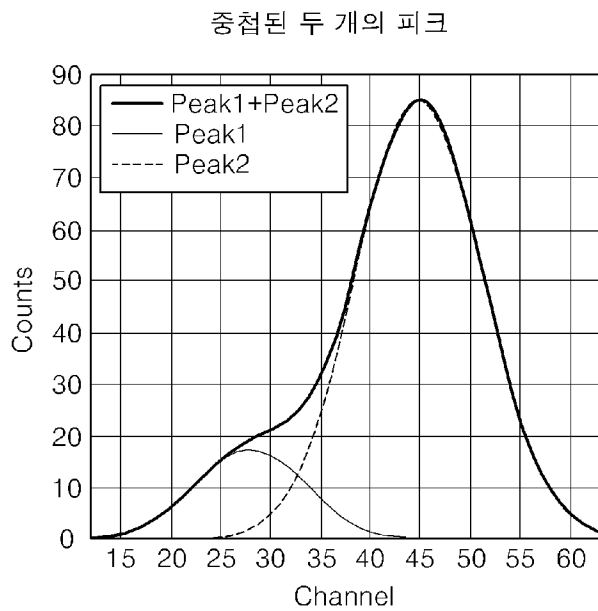
조정하는 학습부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 X선 형광

분석 장치.

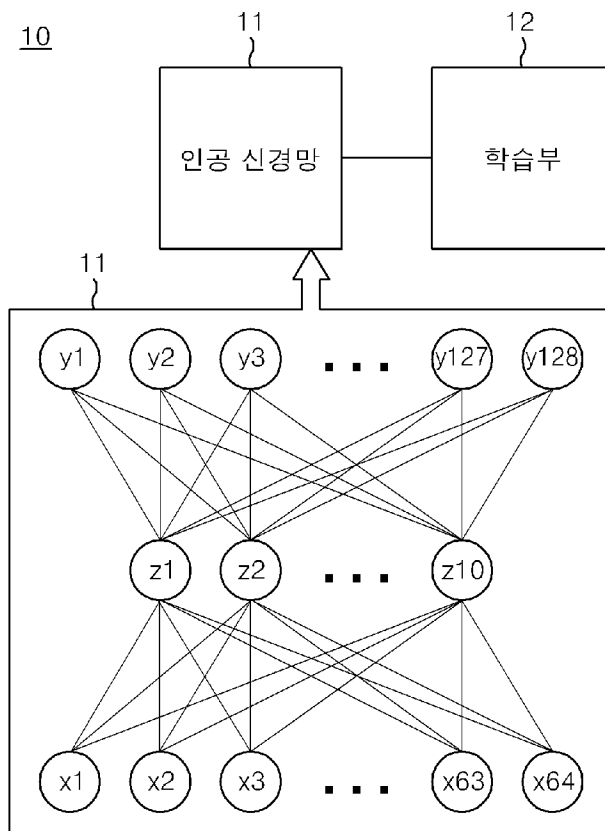
[Fig. 1]



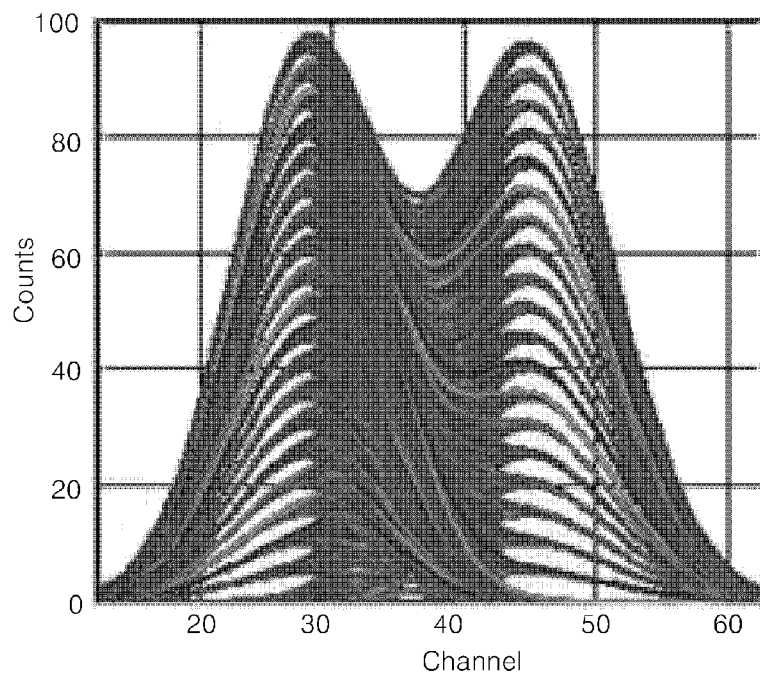
[Fig. 2]



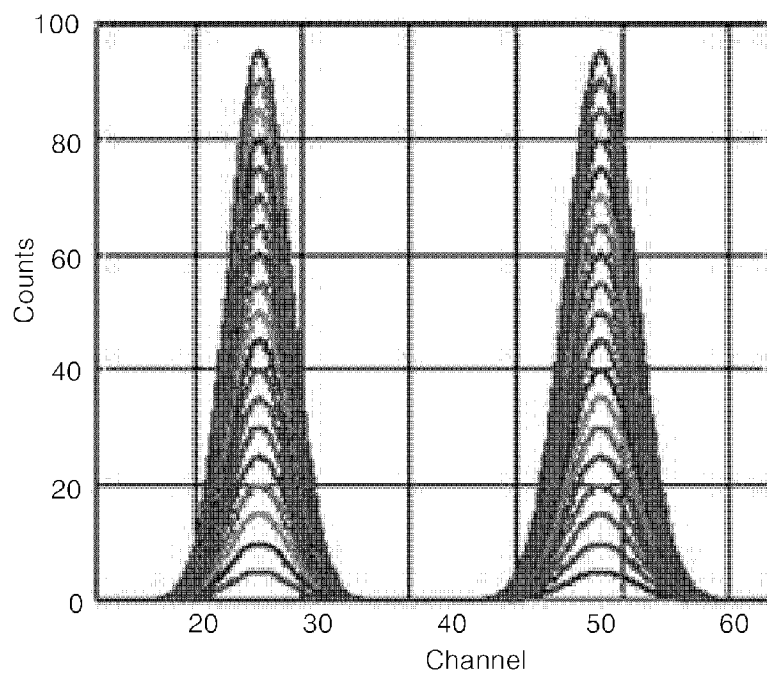
[Fig. 3]



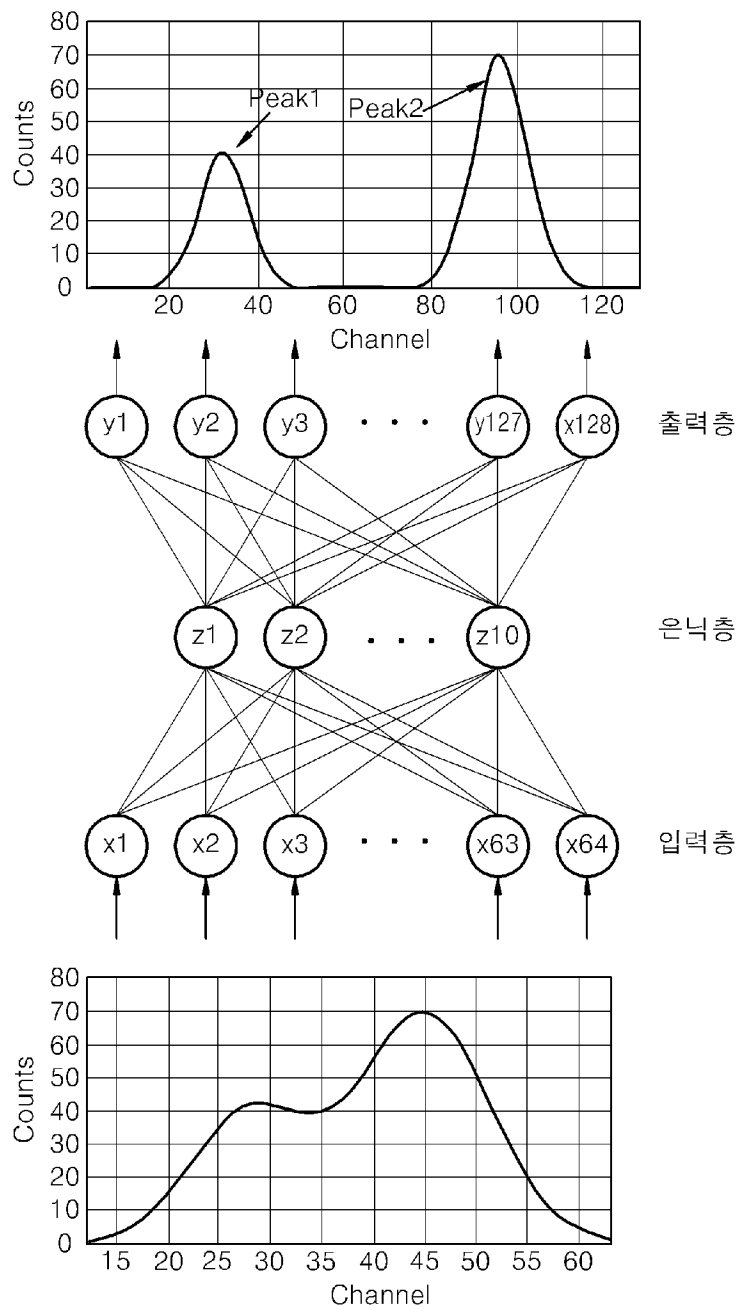
[Fig. 4]



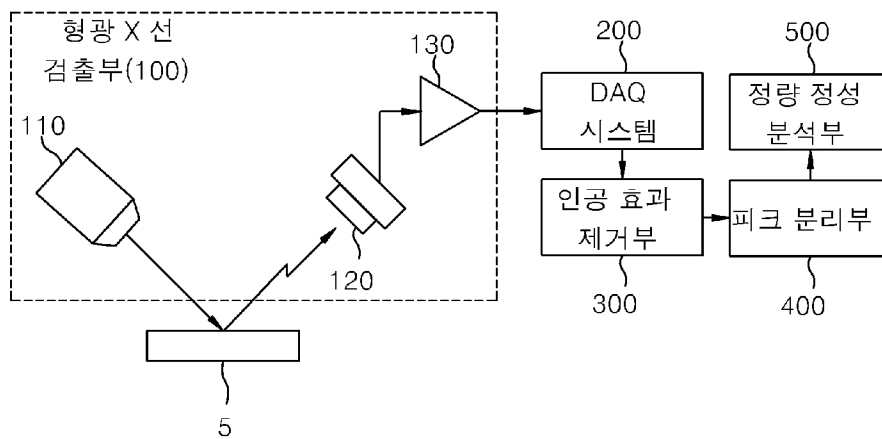
[Fig. 5]



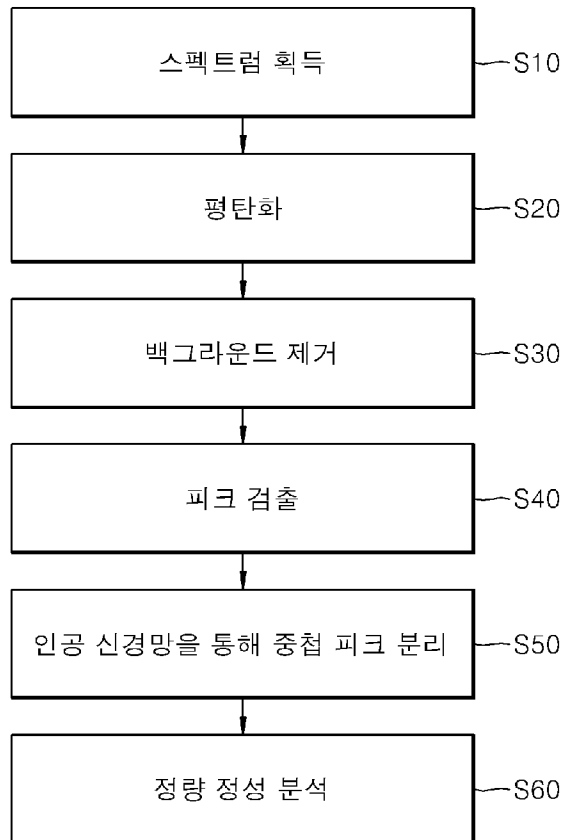
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/009361**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01N 23/223(2006.01)i, G06F 19/00(2011.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N 23/223; G01J 3/433; G01J 3/28; G01R 31/02; G01N 33/53; G01N 33/68; G06F 15/18; G06N 3/02; G06F 19/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: X-ray fluorescence, overlapped peak, spectrum, artificial neural network, node, DAQ and element

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CHUN, Seon Il, "A Research on Decompose Overlapped Peak in the Spectrum Using Neural Network", Graduate School of Chonbuk National University, Electronics and Information Engineering, a master's thesis, pp. 1-45, 22 February 2012 See abstract; pages 6-10, 31-36; table 3.1 and figures 3.1, 3.2.	1-7
A	KR 10-1035381 B1 (KDT CO., LTD.) 20 May 2011 See abstract; paragraphs 50-60; claims 1-3 and claim 3.	1-7
A	KR 10-2013-0050707 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 16 May 2013 See abstract; paragraphs 8-11, 26; claims 1-7 and figures 2-5.	1-7
A	KR 10-2007-0038040 A (CHEMOMETEC A/S) 09 April 2007 See abstract and claim 1.	1-7
A	KR 10-2009-0034798 A (BREYER, Emelita De Guzman) 08 April 2009 See abstract; paragraphs 53, 57 and figure 1.	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 MARCH 2014 (18.03.2014)

Date of mailing of the international search report

18 MARCH 2014 (18.03.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/009361

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1035381 B1	20/05/2011	KR 10-2011-0021402 A	04/03/2011
KR 10-2013-0050707 A	16/05/2013	US 2013-0117207 A1	09/05/2013
KR 10-2007-0038040 A	09/04/2007	AU 2005-243063 A1	24/11/2005
		CA 2566799 A1	24/11/2005
		CN 1997879 A	11/07/2007
		EP 1756536 A1	28/02/2007
		JP 2007-537425 A	20/12/2007
		KR 10-1330887 B1	18/11/2013
		RU 2006-144433 A	20/06/2008
		RU 2389983 C2	20/05/2010
		US 2008-0252897 A1	16/10/2008
		US 8154731 B2	10/04/2012
		WO 2005-111560 A1	24/11/2005
		ZA 200609874 A	29/10/2008
KR 10-2009-0034798 A	08/04/2009	AU 2007-230967 A1	04/10/2007
		CA 2681010 A1	04/10/2007
		CN 101646942 A	10/02/2010
		EP 2005172 A2	24/12/2008
		EP 2005172 A4	06/05/2009
		JP 2009-531712 A	03/09/2009
		MX 2008012135 A	12/03/2009
		SG 173310 A1	29/08/2011
		US 2009-0155812 A1	18/06/2009
		US 8389222 B2	05/03/2013
		WO 2007-112055 A2	04/10/2007
		WO 2007-112055 A3	20/03/2008

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01N 23/223(2006.01)i, G06F 19/00(2011.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01N 23/223; G01J 3/433; G01J 3/28; G01R 31/02; G01N 33/53; G01N 33/68; G06F 15/18; G06N 3/02; G06F 19/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 형광 X-선, 중첩 피크, 스펙트럼, 인공신경망, 노드, DAQ 및 원소

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	천선일, ‘인공 신경망 기반 스펙트럼 내 중첩피크 분리방법 연구’, 전북대학교 대학원 전자정보공학부, 석사 학위논문, 페이지 1-45, 2012.02.22 요약; 페이지 6-10, 31-36; 표 3.1 및 도면 3.1, 3.2 참조.	1-7
A	KR 10-1035381 B1 ((주)케이디티) 2011.05.20 요약; 단락 50-60; 청구항 1-3 및 청구항 3 참조.	1-7
A	KR 10-2013-0050707 A (삼성전자주식회사) 2013.05.16 요약; 단락 8-11, 26; 청구항 1-7 및 도면 2-5 참조.	1-7
A	KR 10-2007-0038040 A (세모메테크 에이/에스) 2007.04.09 요약 및 청구항 1 참조.	1-7
A	KR 10-2009-0034798 A (브라이어 에밀리타 데 구스만) 2009.04.08 요약; 단락 53, 57 및 도면 1 참조.	1-7



추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.



대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 03월 18일 (18.03.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 03월 18일 (18.03.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

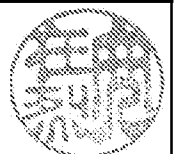
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

안재열

전화번호 +82-42-481-8525



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1035381 B1	2011/05/20	KR 10-2011-0021402 A	2011/03/04
KR 10-2013-0050707 A	2013/05/16	US 2013-0117207 A1	2013/05/09
KR 10-2007-0038040 A	2007/04/09	AU 2005-243063 A1	2005/11/24
		CA 2566799 A1	2005/11/24
		CN 1997879 A	2007/07/11
		EP 1756536 A1	2007/02/28
		JP 2007-537425 A	2007/12/20
		KR 10-1330887 B1	2013/11/18
		RU 2006-144433 A	2008/06/20
		RU 2389983 C2	2010/05/20
		US 2008-0252897 A1	2008/10/16
		US 8154731 B2	2012/04/10
		WO 2005-111560 A1	2005/11/24
		ZA 200609874 A	2008/10/29
KR 10-2009-0034798 A	2009/04/08	AU 2007-230967 A1	2007/10/04
		CA 2681010 A1	2007/10/04
		CN 101646942 A	2010/02/10
		EP 2005172 A2	2008/12/24
		EP 2005172 A4	2009/05/06
		JP 2009-531712 A	2009/09/03
		MX 2008012135 A	2009/03/12
		SG 173310 A1	2011/08/29
		US 2009-0155812 A1	2009/06/18
		US 8389222 B2	2013/03/05
		WO 2007-112055 A2	2007/10/04
		WO 2007-112055 A3	2008/03/20