



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년04월18일  
(11) 등록번호 10-2387780  
(24) 등록일자 2022년04월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01R 31/367 (2019.01) G01R 31/392 (2019.01)  
G06N 3/04 (2006.01) G06N 3/08 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01R 31/367 (2019.01)  
G01R 31/392 (2019.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0038007  
(22) 출원일자 2020년03월30일  
심사청구일자 2020년03월30일  
(65) 공개번호 10-2021-0121411  
(43) 공개일자 2021년10월08일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2013531780 A\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
주식회사 아르코스다인  
경기도 용인시 기흥구 기흥로 58-1, 제에이동  
1306호, 1311호(구갈동)  
포항공과대학교 산학협력단  
경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)  
(72) 발명자  
정승호  
경기도 성남시 분당구 분당로 212 셋별마을동성아  
파트 203동 606호  
정승현  
경기도 성남시 분당구 정자일로 248 파크뷰 613동  
506호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
최승욱

전체 청구항 수 : 총 2 항

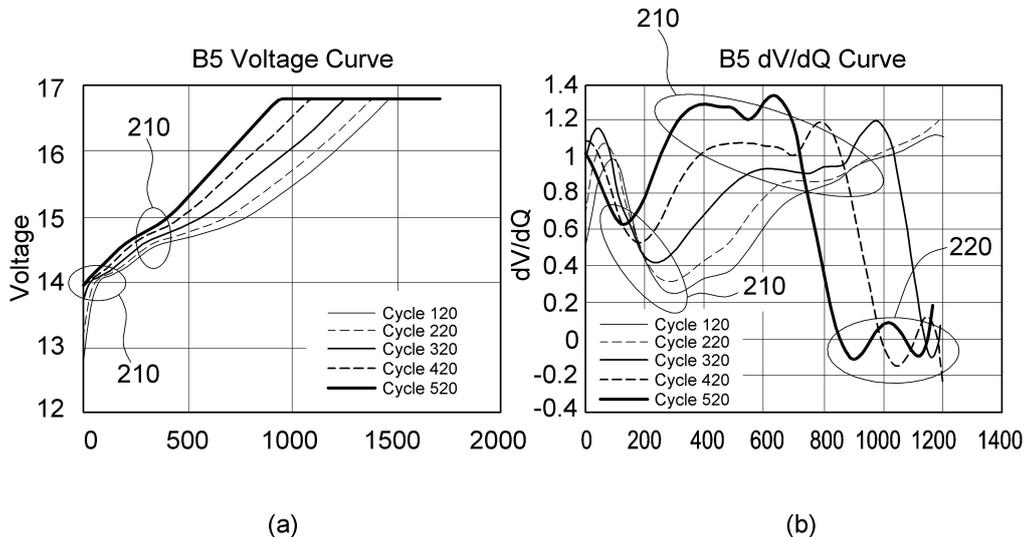
심사관 : 오용균

(54) 발명의 명칭 신경망 기반의 배터리 용량 추정 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 신경망 기반의 배터리 용량 추정 방법 및 장치에 관한 것으로서, 정전류 충전 기반의 배터리 용량 추정을 위한 컴퓨팅 장치에서 신경망(neural network)을 학습하는 방법에 있어서, 임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지의 배터리의 잔여 용량을 수집하는 단계; 및 상기 신경망에 수집된 잔여 용량을 입력하여 상기 신경망을 학습하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

*G06N 3/0454* (2013.01)

*G06N 3/08* (2013.01)

(72) 발명자

**김상우**

경상북도 포항시 남구 지곡로 155 교수아파트 6동  
505호

**박민준**

대구광역시 수성구 효행로 24 럭키골든맨션 1동  
310호

(56) 선행기술조사문헌

JP2019023853 A\*

JP2006226789 A

JP2016014588 A

JP08314884 A

JP2020038102 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

정전류 충전 기반의 배터리 용량 추정을 위한 컴퓨팅 장치에서 신경망(neural network)을 학습하는 방법에 있어서,

임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지의 충전 전압을 수집하는 단계;

상기 신경망에 충전시간, 수집된 충전 전압, 및 상기 임의의 충전 시작 시점의 배터리 잔여 용량을 입력하여 상기 신경망을 학습하는 단계; 및

상기 신경망에 배터리 종류별로 미리 설정된 가중치를 부여하는 단계;를 포함하며,

충전 구간의 시간에 따른 전압 곡선을 시간적 등간격으로 N(N은 자연수)등분하여, 각 구간별 충전 전압을 수집하고,

상기 신경망은 다중 퍼셉트론(Multi-layer Perceptron) 또는 완전 연결 계층(Fully Connected Layer)을 통해 구현되고,

상기 배터리 용량은 하기 수학적식을 통해 연산되고,

하기 SOCcctocv를 대체하여 하기 tcc, 하기 Vcc, 및 하기 SOCinit을 신경망에 입력하여 학습시켜 배터리의 용량을 추정하는 신경망 학습 방법.

$$Capacity = \frac{Q_{charged}}{\Delta SOC} = \frac{I_{cc} \times t_{cc}}{SOC_{cctocv} - SOC_{init}}$$

수학적식 :

여기서, Icc는 충전 전류를, tcc는 충전 시간을, SOCinit는 충전 시작 시점의 잔여 용량을 나타내고, SOCcctocv는 충전 중 최대 전압에 도달한 시점의 잔여 용량을 나타냄.

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

하나 이상의 인스트럭션들(instructions)을 저장하는 메모리; 및

상기 저장된 하나 이상의 인스트럭션들을 실행함으로써,

임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지의 충전 전압을 수집하고, 충전시간, 수집된 충전 전압, 및 임의의 충전 시작 시점의 배터리 잔여 용량을 입력받아 배터리의 용량을 추정하는 신경망을 구성하는 하나 이상의 프로세서;

를 포함하고,

상기 하나 이상의 프로세서는 충전 구간의 전압 곡선을 시간적 등간격으로 N(N은 자연수)등분하여, 각 구간별 충전 전압을 수집하고,

상기 하나 이상의 프로세서는 상기 신경망에 배터리 종류별로 미리 설정된 가중치를 부여하고,

상기 신경망은 다중 퍼셉트론(Multi-layer Perceptron) 또는 완전 연결 계층(Fully Connected Layer)을 통해 구현되고,

상기 배터리 용량은 하기 수학적식을 통해 연산되고,

하기 SOCcctocv를 대체하여 하기 tcc, 하기 Vcc, 및 하기 SOCinit을 신경망에 입력하여 학습시켜 배터리의 용량을 추정하는 신경망 학습 장치.

$$Capacity = \frac{Q_{charged}}{\Delta SOC} = \frac{I_{cc} \times t_{cc}}{SOC_{cctocv} - SOC_{init}}$$

수학적식 :

여기서, Icc는 충전 전류를, tcc는 충전 시간을, SOCinit는 충전 시작 시점의 잔여 용량을 나타내고, SOCcctocv는 충전 중 최대 전압에 도달한 시점의 잔여 용량을 나타냄.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 배터리 용량 추정 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 신경망 기반의 배터리 용량 추정 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 근래에 들어서, 노트북, 비디오카메라, 및 휴대용 전화기 등과 같은 휴대용 전자 제품의 수요가 급격하게 증대되고, 에너지 저장용 축전지, 로봇, 및 위성 등의 개발이 본격화됨에 따라, 반복적인 충방전이 가능한 고성능 이차 전지에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0004] 현재 상용화된 배터리로는 니켈 카드뮴 전지, 니켈 수소 전지, 니켈 아연 전지, 및 리튬 이차 전지 등이 있는데, 이 중에서 리튬 이차 전지는 니켈 계열의 이차 전지에 비해 메모리 효과가 거의 일어나지 않아 충방전이 자유롭고, 자가 방전율이 매우 낮으며 에너지 밀도가 높다는 등의 장점으로 인해 많은 각광을 받고 있다.

[0005] 그런데 리튬 이차 전지는 배터리의 특성상 충방전을 반복하면 리튬이온들이 층상구조 사이가 아닌 양극이나 음극의 표면에 쌓이기 시작한다. 이로 인해, 점차적으로 배터리 용량이 감소하게 되고, 최악의 경우 배터리 쇼트를 막아주는 분리막이 뚫려 배터리의 안정성에도 문제를 일으킬 수 있다.

[0006] 이처럼 변화되는 배터리 용량을 측정하기 위해 장비를 이용하여 배터리를 서서히 방전시키면서 총 전하량을 계산하는 방법이 있다. 이 방법은 가장 정확한 방법이지만 시간이 오래 걸리고 별도의 장비가 필요하다.

- [0007] 또한, 배터리의 수학적 모델링을 통해 추정하는 방법도 있으나, 배터리의 비선형성이 높아 수학적 모델링이 쉽지 않으며, 배터리 특성이 변경될 때마다 매번 수학적 모델을 산출하여야 한다.
- [0008] 한편, 머신 러닝을 이용한 학습 기반 용량 추정 알고리즘에는 "CV(Constant Voltage) 충전 기반의 배터리 용량 추정 알고리즘"과 "CC(Constant Current) 충전 기반의 배터리 용량 추정 알고리즘"이 있다. 하지만, 각각의 알고리즘은 아래 설명하는 바와 같이 실제 현장에서 사용시 어려움이 있다.
- [0009] 즉, CV 충전 기반의 배터리 용량 추정 알고리즘은 충전 구간에서 나타내는 특징을 측정하기 위해 완전 충전이 필요하다. 또한, 직렬로 연결된 배터리 팩에 셀 밸런싱(Cell Balancing) 기능이 동작할 경우, 셀 밸런싱 기능으로 인해 충전 구간 특징을 일정하게 측정할 수 없기 때문에, 해당 방법은 사용 불가능하다.
- [0010] 또한, CC 충전 기반의 배터리 용량 추정 알고리즘은 낮은 SOC(State of Charge, 충전 상태) 구간에서 존재하는 특징을 이용하여 배터리 용량을 추정하기 때문에, 해당 알고리즘을 사용하기 위해 충전 직전 낮은 SOC 구간까지 배터리를 방전할 필요가 있다. 이처럼, CC 충전 기반의 배터리 용량 추정 알고리즘은 충전 직전 낮은 SOC 구간까지 배터리를 방전하기 때문에, 전체 배터리의 수명이 줄어들게 되고, 오랜 시간이 소요되는 문제점이 있었다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0012] (특허문헌 0001) 국내특허공개공보 제10-2018-0121317호  
(특허문헌 0002) 국내등록특허 제10-2032229호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0013] 본 명세서는 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, CC 충전에 있어서, 임의의 충전 시작 시점에서 충전 종료까지의 데이터만으로 배터리의 용량을 추정할 수 있는 신경망 기반의 배터리 용량 추정 방법 및 장치를 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0014] 또한, 본 발명의 다른 목적은 충전 직전 낮은 SOC 구간까지 방전할 필요없이 배터리 용량을 추정할 수 있는 신경망 기반의 배터리 용량 추정 방법 및 장치를 제공한다.

**과제의 해결 수단**

- [0016] 이와 같은 목적을 달성하기 위한, 본 명세서의 실시예에 따르면, 본 명세서에 따른 신경망 학습 방법은, 정전류 충전 기반의 배터리 용량 추정을 위한 컴퓨팅 장치에서 신경망(neural network)을 학습하는 방법에 있어서, 임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지의 배터리의 잔여 용량을 수집하는 단계; 및 상기 신경망에 수집된 잔여 용량을 입력하여 상기 신경망을 학습하는 단계를 포함한다.
- [0017] 바람직하게는, 상기 신경망은 다중 퍼셉트론(Multi-layer Perceptron) 또는 완전 연결 계층(Fully Connected Layer)을 통해 구현되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 명세서의 다른 실시예에 따르면, 본 명세서에 따른 신경망 학습 방법은, 정전류 충전 기반의 배터리 용량 추정을 위한 컴퓨팅 장치에서 신경망(neural network)을 학습하는 방법에 있어서, 임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지의 충전 전압을 수집하는 단계; 상기 신경망에 충전시간, 수집된 충전 전압, 및 상기 임의의 충전 시작 시점의 배터리 잔여 용량을 입력하여 상기 신경망을 학습하는 단계를 포함한다.
- [0019] 바람직하게는, 상기 충전 전압을 수집하는 단계에서, 충전 구간의 전압 곡선을 등간격으로 N(N은 자연수)등분하여, 각 구간별 충전 전압을 수집하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 바람직하게는, 상기 신경망에 배터리 종류별로 미리 설정된 가중치를 부여하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 바람직하게는, 상기 신경망은 다중 퍼셉트론(Multi-layer Perceptron) 또는 완전 연결 계층(Fully Connected Layer)을 통해 구현되는 것을 특징으로 한다.

- [0022] 본 명세서의 또 다른 실시예에 따르면, 본 명세서에 따른 신경망 학습 장치는, 하나 이상의 인스트럭션들(instructions)을 저장하는 메모리; 및 상기 저장된 하나 이상의 인스트럭션들을 실행함으로써, 임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지의 충전 전압을 수집하고, 충전시간, 수집된 충전 전압, 및 임의의 충전 시작 시점의 배터리 잔여 용량을 입력받아 배터리의 용량을 추정하는 신경망을 구성하는 하나 이상의 프로세서를 포함한다.
- [0023] 바람직하게는, 상기 하나 이상의 프로세서는 충전 구간의 전압 곡선을 등간격으로  $N(N$ 은 자연수)등분하여, 각 구간별 충전 전압을 수집하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 바람직하게는, 상기 하나 이상의 프로세서는 상기 신경망에 배터리 종류별로 미리 설정된 가중치를 부여하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 바람직하게는, 상기 신경망은 다중 퍼셉트론(Multi-layer Perceptron) 또는 완전 연결 계층(Fully Connected Layer)을 통해 구현되는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0027] 이상에서 설명한 바와 같이 본 명세서에 의하면, 임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지 수집된 배터리의 잔여 용량을 신경망에 입력하여 학습시킴으로써, 배터리 용량을 추정하는 신경망 기반의 배터리 용량 추정 방법 및 장치를 제공함으로써, 충전 직전 낮은 SOC 구간까지 배터리를 방전할 필요없이 배터리 용량을 추정할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명에 따른 데이터 서버(130)는 충전 중 최대 전압에 도달한 시점의 잔여 용량을 대체하여 충전 시간, 충전 전압, 및 충전 시작 시점의 잔여 용량을 학습을 위한 특징점으로 사용하는 신경망 기반의 배터리 용량 추정 방법 및 장치를 제공함으로써, 배터리 용량을 추정함에 있어, 배터리 노화에 따른 내부 저항 증가로 인해 충전 중 최대 전압에 도달한 시점의 잔여 용량 지점이 변화되는 것을 배제시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0030] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 배터리 용량 추정 시스템의 개략적인 구성을 나타낸 블록 구성도,
- 도 2는 전압 곡선 및  $dV/dQ$  곡선을 나타낸 도면,
- 도 3은, 본 발명의 실시 형태에 관한 배터리 용량 추정 장치의 기능을 실현 가능한 하드웨어의 일례를 도시한 블록도,
- 도 4는, 본 발명의 실시 형태에 관한 배터리 용량 추정 장치가 갖는 기능의 일례를 도시한 블록도,
- 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 신경망 기반의 배터리 용량 추정 방법을 나타낸 흐름도,
- 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 신경망 기반의 배터리 용량 추정 방법을 나타낸 흐름도,
- 도 7은 완전 연결 계층의 구현예를 보여주는 도면, 및
- 도 8은 다중 퍼셉트론의 구조와 구현을 설명하기 위한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0031] 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아님을 유의해야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 본 명세서에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적인 용어가 본 발명의 사상을 정확하게 표현하지 못하는 잘못된 기술적 용어일 때에는, 당업자가 올바르게 이해할 수 있는 기술적 용어로 대체되어 이해되어야 할 것이다. 또한, 본 발명에서 사용되는 일반적인 용어는 사전에 정의되어 있는 바에 따라, 또는 전후 문맥상에 따라 해석되어야 하며, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0032] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들

은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.

[0033] 또한, 본 명세서에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.

[0034] 또한, 본 명세서에서 사용되는 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는 데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[0035] 본 발명의 실시예에서 SOC는 State of Charge의 약자로서 배터리의 충전 상태를 나타내며, 다음의 수학적 식 1에 의해 표현될 수 있다.

**수학적 식 1**

[0036] 
$$SOC = \frac{Q_{remaining}}{Q_{max}}$$

[0037] 여기서,  $Q_{remaining}$ 은 배터리의 잔여 용량을 나타내고,  $Q_{max}$ 는 완전 충전 상태의 배터리의 용량을 나타낸다.

[0038] 한편, 본 발명의 실시예에서  $SOC_{init}$ 와  $SOC_{cctocv}$ 는 충전 과정에서 특정 지점의 충전 상태를 나타낸다. 즉,  $SOC_{init}$ 는 충전 시작 시점의 잔여 용량을 나타내고,  $SOC_{cctocv}$ 는 충전 중 최대 전압에 도달한 시점의 잔여 용량을 나타낸다.

[0039] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0040] 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 발명의 사상을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 발명의 사상이 제한되는 것으로 해석되어서는 아니됨을 유의해야 한다.

[0041] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 배터리 용량 추정 시스템의 개략적인 구성을 나타낸 블록 구성도이다.

[0042] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 배터리 용량 추정 시스템은 배터리 충전 장치(110), AP(120), 및 데이터 서버(130)를 포함할 수 있다. 여기서, 배터리 충전 장치(110)와 데이터 서버(130)는 하나의 장치로 구현될 수 있다.

[0043] 배터리 충전 장치(110)는 정전류(Constant Current, 이하, 'CC'라 칭함)를 이용하여 배터리를 충전하는 장치이다.

[0044] 본 발명에 따른 배터리 충전 장치(110)는 배터리에 대하여 따로 방전을 행하지 않고, 배터리의 현재 SOC에 상관없이 배터리를 충전한다. 또한, 배터리 충전 장치(110)는 배터리를 충전하면서, 임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지의 충전 전압( $V_{cc}$ ) 및 배터리의 잔여 용량 등의 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 AP(120)를 경유하여 배터리 용량 추정 장치, 즉, 데이터 서버(130)로 전송한다. 이때, 배터리 충전 장치(110)는 충전 구간의 전압 곡선을 등간격으로 N(여기서, N은 자연수)등분하여, 각 구간별  $V_{cc}$ 를 수집할 수 있다.

[0045] 데이터 서버(130)는 인공지능(AI: Artificial Intelligence)을 통해 배터리 충전 장치(110)에 의해 수집된 배터리의 잔여 용량을 분석하여 배터리의 용량을 추정한다.

[0046] 한편, 배터리의 용량은 다음의 수학적 식 2에 의해 표현될 수 있다.

수학식 2

$$Capacity = \frac{Q_{charged}}{\Delta SOC} = \frac{I_{cc} \times t_{cc}}{SOC_{cctocv} - SOC_{init}}$$

[0047]

[0048]

[0049]

[0050]

[0051]

[0052]

[0053]

[0054]

[0055]

[0056]

[0057]

[0058]

[0059]

여기서,  $I_{cc}$ 는 충전 전류를 나타내고,  $t_{cc}$ 는 충전 시간을 나타낸다.

즉, 본 발명에 따른 데이터 서버(130)는  $I_{cc} \times t_{cc}$ 와  $SOC_{cctocv} - SOC_{init}$ 을 비교하여 배터리의 용량을 추정한다. 이를 위해, 데이터 서버(130)는 하나 이상의 컴퓨터로 구성되는 신경망으로 구현될 수 있고, 수집된 데이터를 신경망에 입력하여 배터리의 용량을 추정할 수 있다.

구체적으로는, 본 발명에 따른 데이터 서버(130)는 임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지 수집된 배터리의 잔여 용량을 신경망에 입력하여 학습시킴으로써, 충전 직전 낮은 SOC 구간까지 배터리를 방전할 필요없이 배터리 용량을 추정할 수 있다.

한편, 리튬-이온 배터리의 비선형 특징이 전압 곡선에 표현되어,  $SOC_{cctocv}$ 를 대체 가능하다. 즉, 도 2의 (a)는 전압 곡선을 나타내고, 도 2의 (b)는  $dV/dQ$  곡선을 나타낸다. 도 2에 도시된 바와 같이, 전압 곡선 및  $dV/dQ$  곡선에서 SOC에 따른 비선형 특징들(210)이 관찰되는 것을 알 수 있다.  $dV/dQ$  곡선의 도면부호 220은 필터링 과정에서 발생한 왜곡이며, 비선형 특징점이 아니다.

따라서, 본 발명에 따른 데이터 서버(130)는  $SOC_{cctocv}$ 를 대체하여  $t_{cc}$ ,  $V_{cc}$ , 및  $SOC_{init}$ 을 학습을 위한 특징점으로 사용할 수 있다. 즉, 데이터 서버(130)는  $t_{cc}$ ,  $V_{cc}$ , 및  $SOC_{init}$ 을 신경망에 입력하여 학습시킴으로써, 배터리의 용량을 추정할 수 있다. 또한, 데이터 서버(130)는, 배터리 충전 장치(110)가 충전 구간의 전압 곡선을 등간격으로 N등분한 경우,  $t_{cc}$  및  $SOC_{init}$ 과 함께 배터리 충전 장치(110)에 의해 수집된 각 구간별  $V_{cc}$ 를 신경망에 입력하여 학습시킴으로써, 배터리의 용량을 추정할 수 있다.

이를 위해, 데이터 서버(130)는 인공 신경망의 일종인 다중 퍼셉트론(Multi-layer Perceptron) 알고리즘을 사용하여, 기계 학습을 통해 배터리의 용량을 추정할 수 있다.

인공 신경망은 주어진 학습 데이터 집합(training dataset)을 입력으로 하여 학습을 통해, 입력 데이터와 출력 데이터 사이의 규칙성을 모델링하는 알고리즘이다. 학습 과정이 완료된 인공 신경망은 학습 데이터 집합을 통해 모델링된 규칙성을 통해, 학습되지 않은 입력 데이터에 대해 출력 데이터를 예측할 수 있다.

본 실시예에서 제안된 알고리즘에서는 사전 실험을 통해 구성된 학습 데이터 집합으로 학습된 인공 신경망을 이용하여, 실제 상황에서 충전 중에 측정되는 입력 데이터로 배터리의 용량을 추정하는 알고리즘이다.

딥 러닝(Deep learning) 기술의 발달로 인해 가공되지 않은 입력으로부터 간단하게 표현되지 않는 복잡한 규칙성을 모델링할 수 있게 되었다. 본 실시예의 해당 알고리즘에서도 전압 곡선에서 쉽게 보이지 않는 규칙성까지 모델링할 수 있게 되었다. 이를 이용하여, 본 발명에 따른 데이터 서버(130)는  $V_{cc}$ ,  $t_{cc}$ ,  $SOC_{int}$ 에 존재하는 정보만으로 학습을 통해 규칙성을 찾아내고, 배터리 용량( $C_{max}$ )을 추정할 수 있다.

본 발명의 실시예에 따른 데이터 서버(130)가 충전 구간을 N(예를 들면, 100)등분하여  $V_{cc}$ 를 입력하는 것은, 전압 곡선에서 존재하는 정보를 충분히 반영하여 규칙성을 찾기 위함이다. 물론, 전압 곡선에 존재하는 정보를 잘 표현할 수 있다면,  $V_{cc}$ 를 100등분보다 더 적거나 많게 하여 입력하여도 상관 없다.

이처럼, 본 발명에 따른 데이터 서버(130)는  $SOC_{cctocv}$ 를 대체하여  $t_{cc}$ ,  $V_{cc}$ , 및  $SOC_{init}$ 을 학습을 위한 특징점으로 사용함으로써, 배터리 용량을 추정함에 있어, 배터리 노화에 따른 내부 저항 증가로 인해  $SOC_{cctocv}$  지점이 변화되는 것을 배제시킬 수 있다.

또한, 데이터 서버(130)는 배터리 팩의 직렬/병렬 연결 형태 또는 개별 배터리 내부 화학적 구성에 따라 충전 전압이나 충전 전압 곡선의 형태 등의 특성이 변화하는 것을 고려하여, 신경망에 배터리 종류별로 미리 설정된 가중치를 부여할 수도 있다.

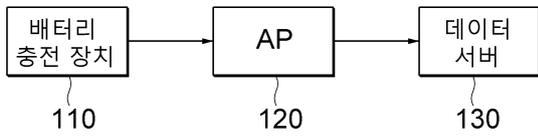
- [0060] 이하에서는, 본 발명의 실시예에 관한 배터리 용량 추정 장치(130)에 대해서 자세히 설명하기로 한다.
- [0061] 도 3을 참조하면, 배터리 용량 추정 장치(130)의 기능을 실현 가능한 하드웨어에 대해서 설명한다. 도 3은, 본 발명의 실시 형태에 관한 배터리 용량 추정 장치의 기능을 실현 가능한 하드웨어의 일례를 도시한 블록도이다.
- [0062] 배터리 용량 추정 장치(130)가 갖는 기능은, 예컨대, 도 3에 도시하는 하드웨어 자원을 이용하여 실현하는 것이 가능하다. 즉, 배터리 용량 추정 장치(130)가 갖는 기능은, 컴퓨터 프로그램을 이용하여 도 3에 도시하는 하드웨어를 제어함으로써 실현된다.
- [0063] 도 3에 도시한 바와 같이, 이 하드웨어는, 주로, CPU(302), ROM(Read Only Memory)(304), RAM(306), 호스트 버스(308), 및 브리지(310)를 갖는다. 또한, 이 하드웨어는, 외부 버스(312), 인터페이스(314), 입력부(316), 출력부(318), 기억부(320), 드라이브(322), 접속 포트(324), 및 통신부(326)를 갖는다.
- [0064] CPU(302)는, 예컨대, 연산 처리 장치 또는 제어 장치로서 기능하여, ROM(304), RAM(306), 기억부(320), 또는 리무버블 기록 매체(328)에 기록된 각종 프로그램에 기초하여 각 구성 요소의 동작 전반 또는 그 일부를 제어한다. ROM(304)은, CPU(302)에 판독되는 프로그램이나 연산에 이용하는 데이터 등을 저장하는 기억 장치의 일례이다. RAM(306)에는, 예컨대, CPU(302)에 판독되는 프로그램이나, 그 프로그램을 실행할 때 변화하는 각종 파라미터 등이 일시적 또는 영속적으로 저장된다.
- [0065] 이들 요소는, 예컨대, 고속의 데이터 전송이 가능한 호스트 버스(308)를 통해서 서로 접속된다. 한편, 호스트 버스(308)는, 예컨대, 브리지(310)를 통해서 비교적 데이터 전송 속도가 저속인 외부 버스(312)에 접속된다. 또한, 입력부(316)로서는, 예컨대, 마우스, 키보드, 터치 패널, 터치 패드, 버튼, 스위치, 및 레버 등이 이용된다. 또한, 입력부(316)로서는, 적외선이나 그 밖의 전파를 이용하여 제어 신호를 송신하는 것이 가능한 리모트 컨트롤러가 이용될 수 있다.
- [0066] 출력부(318)로서는, 예컨대, CRT(Cathode Ray Tube), LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), 또는 ELD(Electro-Luminescence Display) 등의 디스플레이 장치가 이용될 수 있다. 또한, 출력부(318)로서, 스피커나 헤드폰 등의 오디오 출력 장치, 또는 프린터 등이 이용될 수 있다.
- [0067] 기억부(320)는, 각종 데이터를 저장하기 위한 장치이다. 기억부(320)로서는, 예컨대, HDD 등의 자기 기억 디바이스가 이용된다. 또한, 기억부(320)로서, SSD(Solid State Drive)나 RAM 디스크 등의 반도체 기억 디바이스, 광기억 디바이스, 또는 광자기 기억 디바이스 등이 이용되어도 된다.
- [0068] 드라이브(322)는, 착탈 가능한 기록매체인 리무버블 기록 매체(328)에 기록된 정보를 판독하거나, 또는 리무버블 기록 매체(328)에 정보를 기록하는 장치이다. 리무버블 기록 매체(328)로서는, 예컨대, 자기 디스크, 광디스크, 광자기 디스크, 또는 반도체 메모리 등이 이용된다. 또한, 리무버블 기록 매체(328)에는, 배터리 용량 추정 장치(130)의 동작을 규정하는 프로그램이 저장될 수 있다.
- [0069] 접속 포트(324)는, 예컨대, USB(Universal Serial Bus) 포트, IEEE 1394 포트, SCSI(Small Computer System Interface), RS-232C 포트, 또는 광오디오 단자 등, 외부 접속 기기(330)를 접속하기 위한 포트이다. 외부 접속 기기(330)로서는, 예컨대, 프린터 등이 이용된다.
- [0070] 통신부(326)는, 네트워크(332)에 접속하기 위한 통신 디바이스이다. 통신부(326)로서는, 예컨대, 유선 또는 무선 LAN용 통신 회로, WUSB(Wireless USB)용 통신 회로, 휴대 전화 네트워크용 통신 회로 등이 이용될 수 있다. 네트워크(332)는, 예컨대, 유선 또는 무선에 의해 접속된 네트워크이다.
- [0071] 이상, 배터리 용량 추정 장치(130)의 하드웨어에 대해서 설명하였다. 또한, 상술한 하드웨어는 일례이며, 일부의 요소를 생략하는 변형이나, 새로운 요소를 추가하는 변형 등이 가능하다.
- [0072] 이어서, 도 4를 참조하면서, 배터리 용량 추정 장치(130)의 기능에 대해서 설명한다. 도 4는, 본 발명의 실시 형태에 관한 배터리 용량 추정 장치가 갖는 기능의 일례를 도시한 블록도이다.
- [0073] 도 4에 도시한 바와 같이, 배터리 용량 추정 장치(130)는, 기억부(232), 배터리 데이터 수집부(234), 및 배터리 용량 추정부(236)를 포함할 수 있다.
- [0074] 또한, 기억부(232)의 기능은, 상술한 RAM(306)이나 기억부(320) 등을 이용하여 실현된다. 배터리 데이터 수집부(234)의 기능은, 상술한 통신부(326) 등을 이용하여 실현할 수 있다. 배터리 용량 추정부(236)의 기능은, 상술한 CPU(302) 등을 이용하여 실현할 수 있다.

- [0075] 기억부(232)는 충전 전압 및 배터리의 잔여 용량 등을 포함하는 데이터를 저장한다.
- [0076] 배터리 데이터 수집부(234)는 배터리를 충전하면서, 임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지의 충전 전압 및 배터리의 잔여 용량 등의 데이터를 수집하여 기억부(232)에 저장한다. 이때, 배터리 데이터 수집부(234)는 충전 구간의 전압 곡선을 등간격으로  $N(N$ 은 자연수)등분하여, 각 구간별  $V_{cc}$ 를 수집할 수 있다.
- [0077] 배터리 용량 추정부(236)는 임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지 수집된 배터리의 잔여 용량을 신경망에 입력하여 학습시킴으로써, 배터리 용량을 추정한다.
- [0078] 또한, 배터리 용량 추정부(236)는  $SOC_{cctocv}$ 를 대체하여  $t_{cc}$ ,  $V_{cc}$ , 및  $SOC_{init}$ 을 학습을 위한 특징점으로 사용할 수 있다. 즉, 배터리 용량 추정부(236)는  $t_{cc}$ ,  $V_{cc}$ , 및  $SOC_{init}$ 을 신경망에 입력하여 학습시킴으로써, 배터리의 용량을 추정할 수 있다. 이때, 배터리 용량 추정부(236)는, 배터리 데이터 수집부(234)가 충전 구간의 전압 곡선을 등간격으로  $N$ 등분한 경우,  $t_{cc}$  및  $SOC_{init}$ 과 함께 배터리 데이터 수집부(234)에 의해 수집된 각 구간별  $V_{cc}$ 를 신경망에 입력하여 학습시킴으로써, 배터리의 용량을 추정할 수 있다.
- [0079] 추가로, 배터리 용량 추정부(236)는 신경망에 배터리 종류별로 미리 설정된 가중치를 부여할 수도 있다.
- [0080] 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 신경망 기반의 배터리 용량 추정 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0081] 도 5를 참조하면, 배터리 용량 추정 장치(130)는 배터리를 충전하면서, 임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지의 배터리의 잔여 용량을 수집한다(S510).
- [0082] 배터리 용량 추정 장치(130)는 임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지 수집된 배터리의 잔여 용량을 신경망에 입력하여 학습시킴으로써, 배터리 용량을 추정한다(S520). 이때, 배터리 용량 추정 장치(130)는 신경망에 배터리 종류별로 미리 설정된 가중치를 부여할 수도 있다.
- [0083] 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 신경망 기반의 배터리 용량 추정 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0084] 도 6을 참조하면, 배터리 용량 추정 장치(130)는 배터리를 충전하면서, 임의의 충전 시작 시점부터 충전 중 최대 전압에 도달한 시점까지의 충전 전압( $V_{cc}$ )을 수집한다(S610). 이때, 배터리 용량 추정 장치(130)는 충전 구간의 전압 곡선을 등간격으로  $N(N$ 은 자연수)등분하여, 각 구간별  $V_{cc}$ 를 수집할 수 있다.
- [0085] 배터리 용량 추정 장치(130)는  $t_{cc}$ ,  $V_{cc}$ , 및  $SOC_{init}$ 을 신경망에 입력하여 학습시킴으로써, 배터리의 용량을 추정한다(S620). 이때, 배터리 용량 추정 장치(130)는, 충전 구간의 전압 곡선을 등간격으로  $N$ 등분한 경우,  $t_{cc}$  및  $SOC_{init}$ 과 함께 수집된 각 구간별  $V_{cc}$ 를 신경망에 입력하여 학습시킴으로써, 배터리의 용량을 추정할 수 있다. 또한, 배터리 용량 추정 장치(130)는 신경망에 배터리 종류별로 미리 설정된 가중치를 부여할 수도 있다.
- [0086] 전술한 방법은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(Firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0087] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로컨트롤러 및 마이크로프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0088] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [0089] 한편, 인공 신경망은 완전 연결 계층(Fully Connected Layer), 합성곱 계층(Convolution Layer), 및 밀집 계층(Dense Layer) 등 여러 계층을 쌓아 구성될 수 있다. 이때, 각각의 계층은 그 내부에 여러 노드(node)들을 가지며, 이전 계층의 노드들(입력들)과 각 계층 내 노드들(출력들)과의 입출력 구성 방법에 따라 구분된다.
- [0090] 본 실시예에서 주로 사용된 완전 연결 계층은 도 7과 같은 구조로 표현될 수 있다.

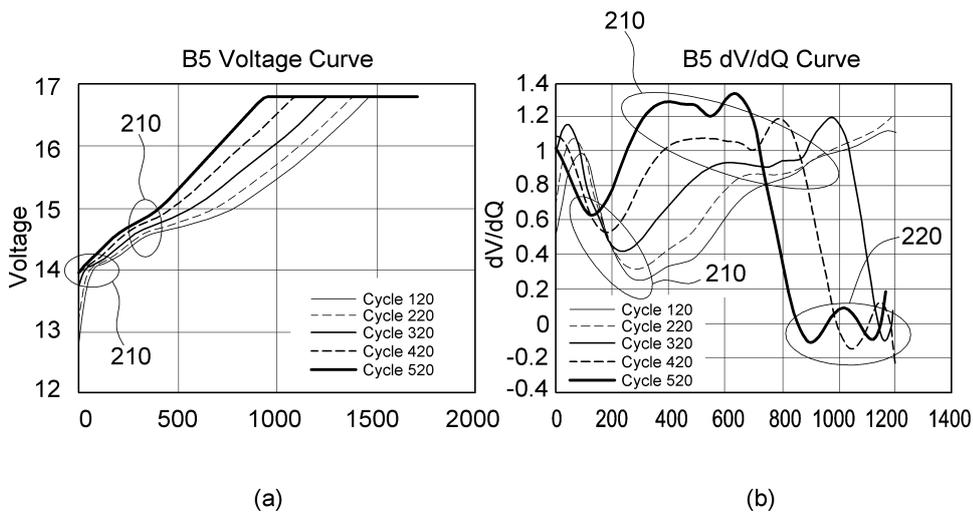


도면

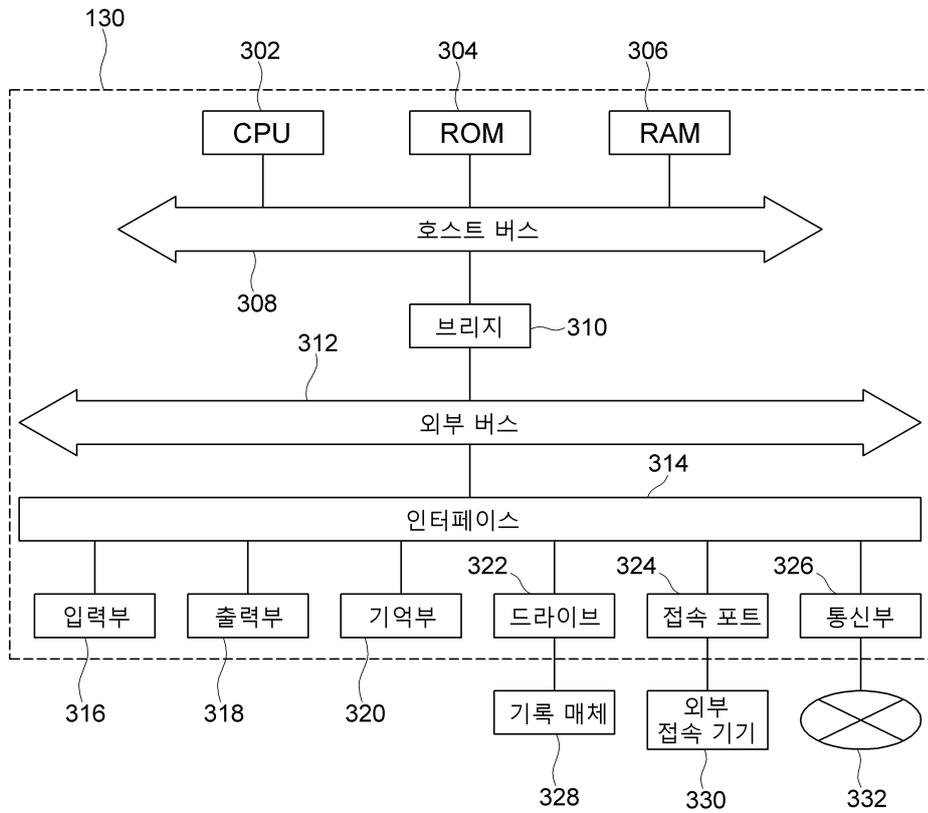
도면1



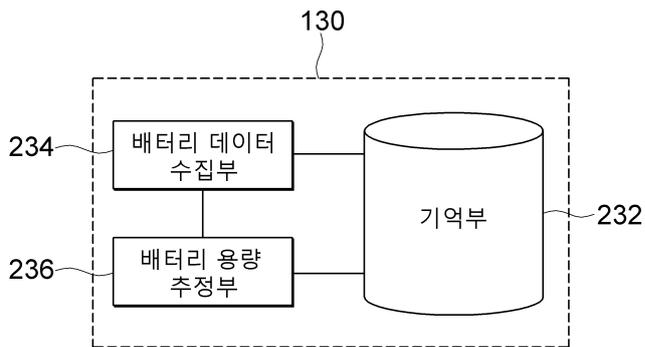
도면2



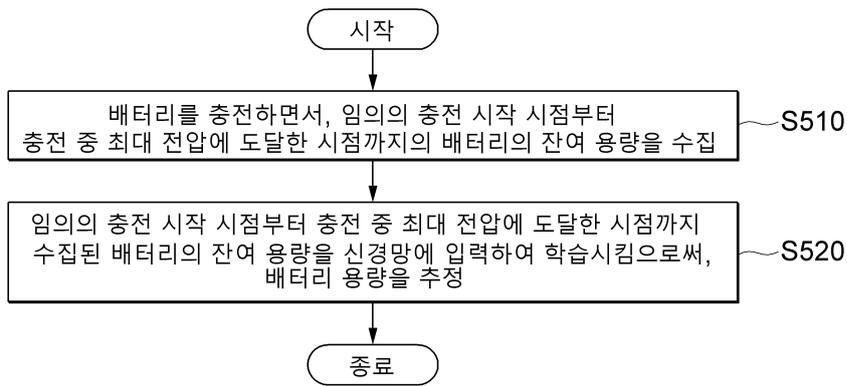
도면3



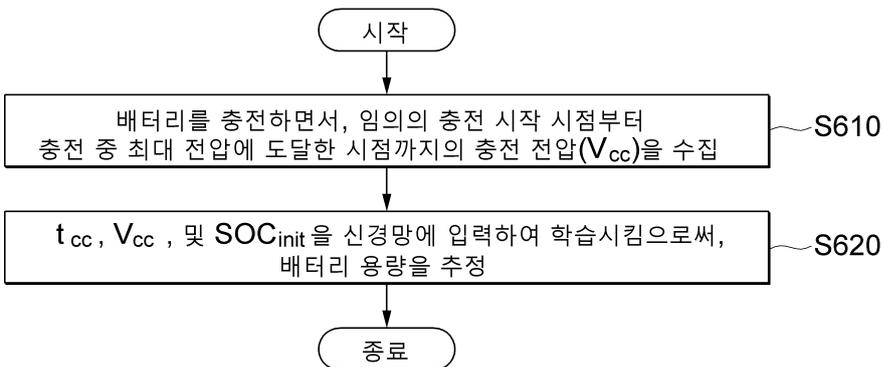
도면4



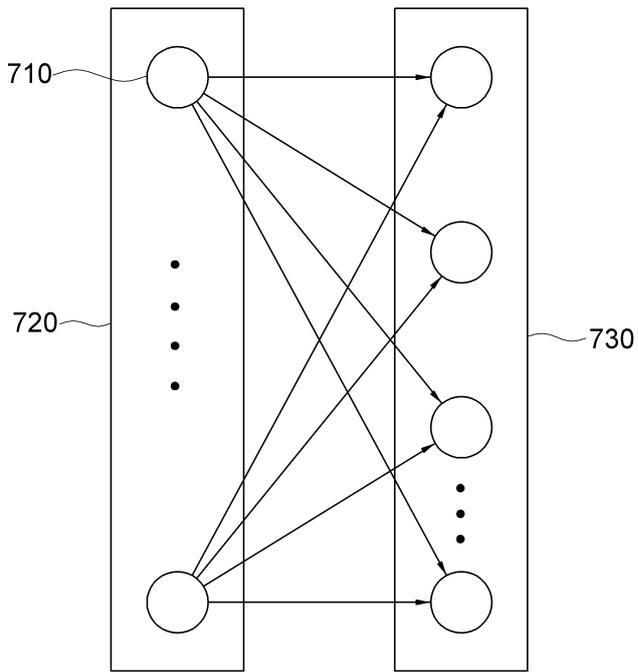
도면5



도면6



도면7



도면8

