

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 7월 6일 (06.07.2017)



(10) 국제공개번호
WO 2017/115954 A1

- (51) 국제특허분류: H02M 1/32 (2007.01) H02M 7/49 (2007.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/006639
- (22) 국제출원일: 2016년 6월 22일 (22.06.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2015-0190668 2015년 12월 31일 (31.12.2015) KR
- (71) 출원인: 주식회사 효성 (HYOSUNG CORPORATION) [KR/KR]; 04144 서울시 마포구 마포대로 119 (공덕동), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 홍정원 (HONG, Jung Won); 14567 경기도 부천시 원미구 부천로 136 번길 61-7 (원미동), Gyeonggi-do (KR). 김준성 (KIM, June Sung); 14100 경기도 안양시 동안구 동안로 35, 109-1401 (호계동, 무궁화한양아파트), Gyeonggi-do (KR). 정종규 (JEONG, Jong Kyoo); 13634 경기도 성남시 분당구 미금일로 21, 506-707 (구미동, 하안마을아파트), Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 남촌 (NAMCHON PATENT AND LAW FIRM); 03173 서울시 종로구 새문안로 5길 37, 도림빌딩 406호 (도림동), Seoul (KR).

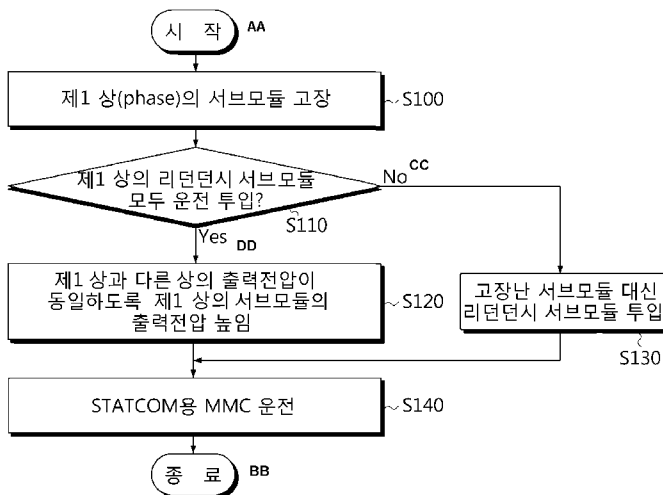
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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, 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, ST, 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))

(54) Title: REDUNDANCY CONTROL METHOD OF MMC FOR STATCOM

(54) 발명의 명칭 : STATCOM용 MMC의 리던던시 제어방법



S100 ... Submodules of first phase have broken down
 S110 ... Have all redundancy submodules of first phase been applied to operation?
 S120 ... Raise output voltages of submodules of first phase so as to make output voltages of first phase and other phases same
 S130 ... Apply redundancy submodule instead of broken down submodule
 S140 ... Operate MMC for STATCOM
 AA ... Start
 BB ... End
 CC ... No
 DD ... Yes

(57) Abstract: The present invention relates to a multi-level modular converter (MMC) applied to a static synchronous compensator (STATCOM) and, more particularly, to a redundancy control method of an MMC for continuously operating the MMC when an operating submodule breaks down in a state in which there is no more redundancy submodule to be applied, during an operation of the MMC. According to the present invention, a redundancy control method of an MMC, linked to the STATCOM and having a plurality of phases, wherein each phase includes a plurality of operating submodules and redundancy submodules, comprises the steps of: checking whether a breakdown has occurred in operating submodules of a first phase when all the redundancy submodules of the first phase, among the plurality of phases, are applied to the operation; and controlling such that an output voltage of each submodule of the first phase is raised so as to make the output voltage of the first phase the same as output voltages of other phases, when a breakdown of the submodules of the first phase occurs.

(57) 요약서: 본 발명은 무효전력 보상장치 (STATCOM:Static Synchronous

[다음 쪽 계속]

WO 2017/115954 A1



Compensator)에 적용된 모듈러 멀티레벨 컨버터(MMC:Multilevel Modular Converter)에 관한 것으로서, 특히 MMC의 운전중 더 이상 투입될 리던던시 서브모듈(Redundancy Sub Module)이 없는 상태에서 운전중인 서브모듈의 고장 시 MMC를 지속적으로 운전시키기 위한 STATCOM용 MMC의 리던던시 제어방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 STATCOM용 MMC의 리던던시 제어 방법은 STATCOM에 연계되고 다수의 상(phase)으로 구성되며 상기 각 상은 운전중인 다수의 서브모듈과 리던던시 서브모듈을 포함하는 STATCOM용 MMC의 제어방법에 있어서, 상기 다수의 상 중 제 1 상의 리던던시 서브모듈이 모두 운전에 투입된 상태에서 상기 제 1 상의 상기 운전중인 서브모듈에 고장이 발생하는지 확인하는 단계; 및 상기 제 1 상의 서브모듈에 고장이 발생한 경우, 상기 제 1 상의 각 서브모듈의 출력전압을 높여 상기 제 1 상의 출력전압이 다른 상의 출력전압과 동일하도록 제어하는 단계;를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: STATCOM용 MMC의 리던던시 제어방법 기술분야

- [1] 본 발명은 무효전력보상장치(STATCOM:Static Synchronous Compensator)에 적용된 모듈러 멀티레벨 컨버터(MMC:Multilevel Modular Converter)에 관한 것으로, 특히 MMC의 운전중 더 이상 투입될 리던던시 서브모듈(Redundancy Sub Module)이 없는 상태에서 운전중인 서브모듈의 추가 고장 시 MMC를 지속적으로 운전시키기 위한 STATCOM용 MMC의 리던던시 제어방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] MMC는 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) 등의 온·오프 제어 가능한 스위칭소자를 사용하고 스위칭소자의 내압 이상의 전압을 출력할 수 있는 변환기이며, HVDC(High Voltage Direct Current)이나 STATCOM, 모터 드라이브 인버터 등에 응용되고 있다.
- [3] STATCOM의 MMC는 다수의 상(phase)으로 구성되며 각 상은 다수의 서브모듈이 직렬연결되어 구성된다. 이들 각각의 서브모듈은 예컨대 에너지저장부와 전력용반도체를 포함한다. 전력용반도체는 파워반도체스위치 및 환류다이오드로 구성될 수 있으며, 예컨대 IGBT로 구현될 수 있다. 이러한 서브모듈은 다수의 전력용반도체가 이른바, 하프브릿지(Half-Bridge) 또는 풀브릿지(Full-Bridge) 회로를 구성하도록 연결된다.
- [4] 이러한 MMC가 연계된 STATCOM은 무효전력을 계통으로 제공하도록 하며 가동률을 높이기 위해 일반적으로 정격에서 요구하는 서브모듈 외에 서브모듈의 고장을 대비하여 예비로 리던던시 서브모듈을 더 구비하여 운전중인 서브모듈에 고장이 발생할 경우 리던던시 서브모듈을 투입함으로써 시스템이 중단없이 가동되도록 한다. 이와 같이 고장이 발생한 서브모듈을 대신하여 리던던시 서브모듈이 운전하도록 하여 시스템의 안정적인 동작을 구현할 수 있도록 한다.
- [5] 그러나 운전중인 서브모듈의 계속되는 고장으로 인해 더이상 투입 가능한 리던던시 서브모듈이 없는 상태에서 운전중인 서브모듈에 추가적으로 고장이 발생할 경우 다수의 상 간의 전압 불균형에 의해 시스템이 중지되어 STATCOM의 전력계통에 영향을 미치게 된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명은 STATCOM용 MMC에서 더이상 투입될 리던던시 서브모듈이 없는 상태에서 운전중인 서브모듈이 고장날 경우, MMC를 지속적으로 운전시키기 위해 고장발생한 상의 나머지 서브모듈의 출력전압을 높여 운전하도록 하는

리턴던시 제어방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

- [7] 또한, 본 발명은 STATCOM용 MMC에서 더이상 투입될 리턴던시 서브모듈이 없는 상태에서 운전중인 서브모듈에 고장이 발생할 경우 고장이 발생하지 않은 다른 상의 각 서브모듈의 출력전압을 낮춰 운전하는 리턴던시 제어방법을 제공하는데 다른 목적이 있다.
- [8] 또한, 본 발명은 STATCOM용 MMC에서 더이상 투입될 리턴던시 서브모듈이 없는 상태에서 운전중인 서브모듈이 고장날 경우, 고장이 발생하지 않은 다른 상의 서브모듈 중 고장이 발생한 서브모듈의 개수만큼의 서브모듈은 전류를 바이패스시키고 나머지 서브모듈만 운전시키도록 하는 리턴던시 제어방법을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명의 일 실시 예에 따른 STATCOM용 MMC의 리턴던시 제어방법은,
- [10] STATCOM에 연계되고 다수의 상(phase)으로 구성되며 상기 각 상은 운전중인 다수의 서브모듈과 리턴던시 서브모듈을 포함하는 STATCOM용 MMC의 제어방법에 있어서, 상기 다수의 상 중 제1 상의 리턴던시 서브모듈이 모두 운전에 투입된 상태에서 상기 제1 상의 운전중인 서브모듈에 고장발생 여부를 확인하는 단계; 및 상기 제1 상의 운전중인 서브모듈에 고장발생 시 상기 제1 상의 나머지 서브모듈의 출력전압을 높여 상기 제1 상의 출력전압이 다른 상의 출력전압과 동일하도록 제어하는 단계를 포함한다.
- [11] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 STATCOM용 MMC의 리턴던시 제어방법은,
- [12] STATCOM에 연계되고 다수의 상(phase)으로 구성되며 상기 각 상은 운전중인 다수의 서브모듈과 리턴던시 서브모듈을 포함하는 STATCOM용 MMC의 제어방법에 있어서, 상기 다수의 상 중 제1 상의 리턴던시 서브모듈이 모두 운전에 투입된 상태에서 상기 제1 상의 운전중인 서브모듈에 고장발생 여부를 확인하는 단계; 및 상기 제1 상의 운전중인 서브모듈에 고장발생 시 다른 상의 각 서브모듈의 출력전압을 낮춰 상기 다른 상의 출력전압이 상기 제1 상의 출력전압과 동일하도록 제어하는 단계를 포함한다.
- [13] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 STATCOM용 MMC의 리턴던시 제어방법은,
- [14] STATCOM에 연계되고 다수의 상(phase)으로 구성되며 상기 각 상은 운전중인 다수의 서브모듈과 리턴던시 서브모듈을 포함하는 STATCOM용 MMC의 제어방법에 있어서, 상기 다수의 상 중 제1 상의 리턴던시 서브모듈이 모두 운전에 투입된 상태에서 상기 제1 상의 운전중인 서브모듈에 고장발생 여부를 확인하는 단계; 및 상기 제1 상의 운전중인 서브모듈에 고장발생 시 다른 각 상의 출력전압이 상기 제1 상의 최대 출력전압이 되도록 상기 다른 각 상의 서브모듈의 출력전압을 제한하는 단계를 포함한다.
- [15] 본 발명에서, 상기 제1 상의 고장 발생한 서브모듈을 제외한 나머지 서브모듈은

정격 출력전압을 출력하도록 제어하는 것을 특징으로 한다.

- [16] 본 발명에서, 각 상에 포함된 운전중인 다수의 서브모듈은 각각 동일한 전압을 출력하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [17] 본 발명에 따르면 STATCOM용 MMC에서 더 이상 투입될 리던던시 서브모듈이 없는 상태에서 MMC의 운전중인 서브모듈이 고장날 경우, MMC의 고장이 발생한 상의 나머지 서브모듈의 출력전압을 높여 운전하거나 고장나지 않은 다른 상의 각 서브모듈의 출력전압을 낮춰 운전하거나 또는 고장이 발생한 상의 고장난 서브모듈의 개수만큼 다른 각 상의 서브모듈은 전류를 바이패스시키고 나머지 서브모듈만 운전시키도록 제어함으로써 MMC를 지속적으로 운전시킬 수 있고, 시스템 정지에 따른 손해를 줄이고 고장이 발생한 서브모듈에 대한 교체 및 수리일정을 유연하게 조정할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [18] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 STATCOM용 MMC의 개략적인 구성도이다.
- [19] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 STATCOM용 MMC의 리던던시 제어 방법 중 서브모듈의 정격 출력전압을 높이는 제어방법의 흐름도이다.
- [20] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 STATCOM용 MMC의 리던던시 제어 방법 중 서브모듈의 정격 출력전압을 낮추는 제어방법의 흐름도이다.
- [21] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 다른 STATCOM용 MMC의 리던던시 제어 방법 중 일부 서브모듈의 전류를 바이패스시키는 제어방법의 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [22] 이하에서, 본 발명의 바람직한 실시예가 첨부된 도면들을 참조하여 설명할 것이다. 또한 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [23] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 STATCOM용 MMC의 개략적인 구성도이다.
- [24] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 STATCOM용 MMC(100)는 3개의 상(110,120,130)을 포함하여 구성되며, 각 상(110,120,130)은 서로 직렬연결된 다수의 서브모듈(111)과 리던던시 서브모듈(112)을 포함한다. 서브모듈(111)은 운전 참여하며 리던던시 서브모듈(112)은 운전중인 서브모듈(111)에 고장이 발생할 경우 대신해서 투입되어 운전 참여하도록 제어된다.
- [25] 각 상(110,120,130)은 부하접속단자인 교류전압단자(A,B,C)를 통해 각기 위상을 달리하는 동일한 교류전압을 출력하며, 이러한 출력전압은 3상 부하, 예컨대 3상 교류전력시스템에 연계될 수 있다.
- [26] 각 상(110,120,130)에 포함된 서브모듈(111)은 운전중 각각 동일한 전압을 출력하고, 이러한 전압은 각 상(110,120,130)의 서브모듈(111)의 직렬접속 및 위상 제어에 의해 합쳐져 교류전압단자(A,B,C)에 교류전압으로 출력된다.

- [27] 이러한 서브모듈(111)이 운전중에 고장이 발생하거나 임의의 사고로 인해 동작이 불가능하게 되면 리던던시 서브모듈(112)이 대체모듈로써 투입되는 것이다.
- [28] 이처럼, 본 발명의 STATCOM용 MMC(100)는 정격에서 요구하는 서브모듈(111) 외에 예비모듈인 리던던시 서브모듈(112)을 더 구비하고 있으며, 이에 따라 서브모듈(111)의 고장시에도 리던던시 서브모듈(112)을 투입하여 MMC가 적용된 시스템의 운전을 중단하는 일 없이 정상적으로 시스템 가동이 가능하다.
- [29] 만약 다수의 상(110,120,130) 중 어느 한 상에서, 일례로 제1 상(110)에서 리던던시 서브모듈(112)이 모두 투입된 상황에서 운전중인 서브모듈(111)에 고장이 발생한다면 더 이상 투입될 리던던시 서브모듈(112)이 없기 때문에 고장이 발생한 서브모듈(111)을 제외한 나머지 서브모듈(111)의 출력이 합쳐져 제1 상(110)의 출력전압이 된다.
- [30] 이 경우, 제1 상(110)의 출력전압은 다른 상(120,130)의 출력전압보다 작은 값을 갖게 되어 3상 교류전원에 불균형이 생기게 된다. STATCOM용 MMC(100)의 경우 출력되는 교류 전원에 불균형이 생기면 부하에 문제를 일으킬 수 있기 때문에 시스템을 중지시키는 기능을 수행하게 된다.
- [31] 이러한 시스템의 운전 중지를 막기 위해, STATCOM용 MMC(110)는 운전중인 서브모듈(111)의 출력전압 및 출력전류를 조정하여 각 상(110,120,130)의 출력전압을 동일하게 맞추어 시스템이 정상적으로 가동될 수 있도록 제어한다.
- [32] 먼저, 고장이 발생한 제1 상(110)의 나머지 운전 가능한 서브모듈(111)의 출력전압을 각각 높여 제1 상(110)의 전체 출력전압이 다른 상(120,130)의 전체 출력전압과 동일하도록 제어하는 방법이 있다.
- [33] 예를 들어, 각 상(110,120,130)의 전체 서브모듈이 10개이고, 각 서브모듈의 출력전압이 5V인 MMC에서 각 상의 정격 전체 출력전압이 50Vp-p 일 때, 제1 상의 서브모듈 중 2개가 고장이 나고 투입될 리던던시 서브모듈이 없다고 한다면, 제1 상에서 운전 가능한 서브모듈의 개수는 8개가 되고 상기 8개의 서브모듈은 각각 약 6.2V로 출력전압을 높여 상기 제1 상의 정격 전체 출력전압이 50Vp-p로 유지하도록 제어한다.
- [34] 다른 방법으로는 고장이 발생하지 않은 다른 상(120,130)의 각 서브모듈의 출력전압을 낮추어 다른 상(120,130)의 전체 출력전압이 상기 고장이 발생한 제1 상(110)의 전체 출력전압과 동일하도록 제어하는 방법이 있다.
- [35] 예를 들어, 각 상(110,120,130)의 전체 서브모듈이 10개이고, 각 서브모듈의 출력전압이 5V인 MMC에서 각 상의 정격 전체 출력전압이 50Vp-p일 때, 제1 상의 서브모듈 중 2개가 고장이 나고 투입될 리던던시 서브모듈이 없다고 한다면, 제1 상에서 운전 가능한 서브모듈의 개수는 8개가 되고, 이에 따라 제1 상의 전체 출력전압은 40Vp-p로 낮아지는데, 고장이 발생하지 않은 다른 상의 전체 출력을 상기 제1 상의 전체 출력인 40Vp-p로 맞추기 위해 상기 다른 상의

10개의 서브모듈을 각각 4V로 출력전압을 낮추어 제어한다.

- [36] 또 다른 방법으로는 고장이 발생하지 않은 다른 각 상(120,130)에서 고장이 발생한 제1 상(110)에서 고장 발생한 서브모듈(111)의 개수만큼의 서브모듈(111)은 전류를 바이패스 시키고 나머지 서브모듈로 운전하도록 제어한다. 이로써 다른 각 상(120,130)의 나머지 서브모듈(111)의 출력전압은 제1 상(110)의 서브모듈(111) 출력전압과 동일하도록 제어하는 방법이 있다.
- [37] 예를 들어, 각 상(110,120,130)의 서브모듈이 10개이고, 각 서브모듈의 출력전압이 5V인 MMC에서 각 상의 정격 전체 출력전압이 50Vp-p일 때, 제1 상의 서브모듈 중 2개가 고장이 나고 더이상 투입될 리턴던시 서브모듈이 없다고 한다면, 고장이 발생하지 않은 다른 각 상(120,130)에서 각각 2개의 서브모듈(제1 상에서 2개의 서브모듈에 고장이 발생하였으므로)에 대해 전류를 바이패스시키도록 제어하고 나머지 8개의 서브모듈은 정상적으로 동작을 제어함으로써 제1 상의 동작중인 서브모듈과 동일한 출력전압을 출력하도록 한다. 이로써, 각 상은 모두 8개의 서브모듈이 각각 5V의 출력전압으로 동작하는 것과 같으며 각 상의 전체 출력전압은 40Vp-p로 전체 무효전력은 낮아지지만 동일하게 제어되어 시스템을 지속적으로 가동할 수 있게 된다.
- [38] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 STATCOM용 MMC의 리턴던시 제어 방법 중 서브모듈의 정격 출력전압을 높이는 제어 방법의 흐름도이다.
- [39] 도 2를 참고하면, STATCOM에 연계되고, 다수의 상(110,120,130)으로 구성되며, 이들 각 상(110,120,130)은 운전중인 다수의 서브모듈(111)과 예비모듈인 리턴던시 서브모듈(112)을 포함하는 STATCOM용 MMC(100)에서, 각 상(110,120,130) 중에 제1 상(110)의 서브모듈(111)에 고장이 발생하면(S100), 제1 상(110)에 고장이 발생한 서브모듈(111)을 대체할 리턴던시 서브모듈(112)이 있는지 확인한다(S110).
- [40] 만약, 제1 상(110)의 리턴던시 서브모듈(112)이 모두 운전에 투입된 상태에서 더 이상 대체할 리턴던시 서브모듈(112)이 없는 경우, 제1 상(110)의 고장이 발생한 서브모듈 외 다른 정상적인 서브모듈(111)의 출력전압을 높여 제1 상(110)의 전체 출력전압이 다른 상(120,130)의 전체 출력전압과 동일하도록 제어하여(S120), STATCOM용 MMC(100)를 계속 운전시킨다(S140).
- [41] 이 경우, 제1 상(110)의 고장이 발생하지 않은 나머지 서브모듈(111)의 출력전압은 기존의 정격 출력전압보다 증가하게 되어 각 서브모듈(111)의 전압출력에 대한 스트레스는 증가할 수 있지만 시스템의 운전 중단을 원하는 일정만큼 지연시킬 수 있으며 고장이 발생한 서브모듈에 대한 교체 및 수리일정을 유연하게 조정할 수 있게 된다.
- [42] 한편, 제1 상(110)의 고장이 발생한 서브모듈(111)을 대체할 상기 리턴던시 서브모듈(112)이 있는 경우 고장이 발생한 서브모듈(111)을 대신하여 리턴던시 서브모듈(113)을 투입하도록 제어하고(S130), STATCOM용 MMC(100)를 계속 운전시키도록 한다(S140).

- [43] 도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 STATCOM용 MMC의 리턴던시 제어방법 중 서브모듈의 정격 출력전압을 낮추는 제어 방법의 흐름도이다.
- [44] 도 3을 참고하면, STATCOM에 연계되고, 다수의 상(110,120,130)으로 구성되며, 이들 각 상(110,120,130)은 운전중인 다수의 서브모듈(111)과 예비모듈인 리턴던시 서브모듈(112)을 포함하는 STATCOM용 MMC(100)에서, 각 상(110,120,130) 중에 제1 상(110)의 서브모듈(111)에 고장이 발생하면(S200), 제1 상(110)에 고장이 발생한 서브모듈(111)을 대체할 리턴던시 서브모듈(112)이 있는지 확인한다(S210).
- [45] 만약, 제1 상(110)의 리턴던시 서브모듈(112)이 모두 운전에 투입된 상태에서 더 이상 대체할 리턴던시 서브모듈(112)이 없는 경우, 상기 제1 상(110)을 제외한 다른 상(120,130)의 각 서브모듈(111)의 출력전압을 낮춰 다른 상(120,130)의 전체 출력전압이 제1 상(110)의 출력전압과 동일하도록 제어하여(S220), STATCOM용 MMC(100)를 계속 운전시킨다(S240).
- [46] 이때, 제1 상(110)의 고장이 발생한 서브모듈(111)을 제외한 나머지 정상적인 서브모듈(111)의 출력전압은 정격 출력전압으로 제어된다. 이 경우 제1 상(110)의 고장이 발생하지 않은 각 서브모듈(111)의 출력전압은 기존과 동일한 정격 출력전압이기 때문에 제1 상(110)의 전체 출력전압은 기존의 정격 전체 출력전압보다 작아진다. 이에 따라 제1 상(110)을 제외한 다른 상(120,130)의 전체 출력전압도 제1 상(110)의 전체 출력전압과 동일하도록 각 서브모듈(111)의 출력전압을 기존의 정격 출력전압보다 낮추게 되므로 각 상(110,120,130)의 전체 무효전력은 줄어들게 되지만 시스템의 운전 중단을 원하는 일정만큼 지연시킬 수 있으며 고장이 발생한 서브모듈에 대한 교체 및 수리일정을 유연하게 조정할 수 있게 된다.
- [47] 한편, 제1 상(110)의 고장난 서브모듈(111)을 대체할 리턴던시 서브모듈(112)이 있는 경우에는 리턴던시 서브모듈(112)을 투입하도록 제어하여(S230), 상기 STATCOM용 MMC(100)를 계속 운전시킨다(S240).
- [48] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 다른 STATCOM용 MMC의 리턴던시 제어 방법 중 일부 서브모듈의 전류를 바이패스시키는 제어방법의 흐름도이다.
- [49] 도 4를 참고하면, STATCOM에 연계되고, 다수의 상(110,120,130)으로 구성되며, 이들 각 상(110,120,130)은 운전중인 다수의 서브모듈(111)과 예비모듈인 리턴던시 서브모듈(112)을 포함하는 STATCOM용 MMC(100)에서, 각 상(110,120,130) 중에 제1 상(110)의 서브모듈(111)에 고장이 발생하면(S300), 제1 상(110)에 고장이 발생한 서브모듈(111)을 대체할 리턴던시 서브모듈(112)이 있는지 확인한다(S310).
- [50] 만약, 제1 상(110)의 리턴던시 서브모듈(112)이 모두 운전에 투입된 상태에서 더 이상 대체할 리턴던시 서브모듈(112)이 없는 경우, 상기 제1 상(110)의 운전중인 서브모듈(111)에 고장발생 시 상기 제1 상(110)의 최대 출력전압으로 다른 각 상(120,130)의 출력전압을 제한한다(S320). 즉, 다른 각 상(120,130)의

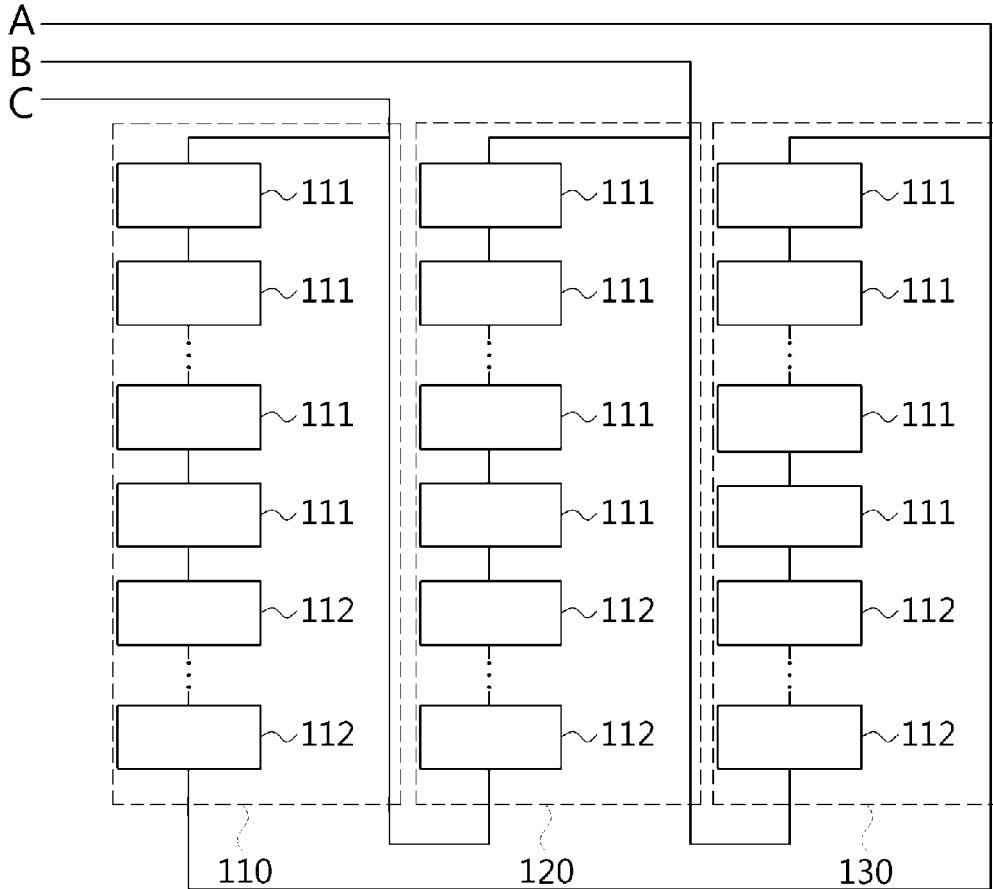
출력전압이 제1 상(110)의 최대 출력전압이 되도록 다른 각 상(120,130)의 출력전압을 제한하는 것이다. 이는 제1 상(110)에서는 고장이 발생한 서브모듈이 있으므로 최대 출력전압은 정격보다 낮아지게 되고, 다른 상(120,130)은 모두 정상적인 서브모듈로 운전되고 있으므로 최대 출력전압은 제1 상(110)의 최대 출력전압보다 높다. 이에, 다른 상(120,130)은 상 간 평형을 유지하기 위해 제1 상(110)의 최대 출력가능한 전압(최대 출력전압)만큼 출력전압을 유지하도록 전체 출력전압을 제한하도록 하는 것이다. 이를 위해 일례로, 다른 상(120,130)은 제1 상(110)에서 고장이 발생한 서브모듈(111)의 개수만큼의 서브모듈(111)은 전류를 바이패스시키고 나머지 서브모듈(111)은 출력전압이 제1 상(110)의 서브모듈(111)의 출력전압과 동일하도록 제어한다. 이후에, STATCOM용 MMC(100)를 계속 운전시킨다(S340).

- [51] 이때, 제1 상(110)의 고장이 발생한 서브모듈(111)을 제외한 나머지 정상적인 서브모듈(111)의 출력전압은 정격 출력전압으로 제어된다. 이 경우 제1 상(110)의 고장이 발생하지 않은 각 서브모듈(111)의 출력전압은 기존과 동일한 정격 출력전압이기 때문에 제1 상(110)의 전체 출력전압은 기존의 정격 전체 출력전압보다 작아진다. 이에 따라 상기 제1 상(110)을 제외한 다른 상(120,130)은 제1 상(110)의 전체 출력전압과 동일하게 하기 위해 제1 상(110)의 최대 출력전압만큼 출력전압을 제한하게 된다. 이를 위해 제1 상(110)의 고장이 발생한 서브모듈(111)의 개수만큼 다른 상(120,130)의 서브모듈(111)도 동작이 제한되도록 전류를 바이패스시키고 나머지 서브모듈만으로 동작시키도록 한다. 이는 제1,2,3 상(110,120,130)에서 각각 동일한 개수의 서브모듈을 이용하여 출력전압을 출력하도록 제어하는 것이다.
- [52] 이로써, 각 서브모듈(111)의 출력전압은 기존의 정격 출력전압보다 낮아지게 되므로 각 상(110,120,130)의 전체 무효전력은 줄어들게 되지만 시스템의 운전 중단을 원하는 일정만큼 지연시킬 수 있으며 고장이 발생한 서브모듈에 대한 교체 및 수리일정을 유연하게 조정할 수 있게 된다.
- [53] 한편, 제1 상(110)의 고장이 발생한 서브모듈(111)을 대체할 리던던시 서브모듈(112)이 있는 경우에는 리던던시 서브모듈(113)을 투입하도록 제어하여(S330), STATCOM용 MMC(100)를 계속 운전시킨다(S340).
- [54] 이상에서 설명한 본 발명은 바람직한 실시 예들을 통하여 상세하게 설명되었지만, 본 발명은 이러한 실시 예들의 내용에 한정되는 것이 아님을 밝혀둔다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 비록 실시 예에 제시되지 않았지만 첨부된 청구항의 기재 범위 내에서 다양한 본 발명에 대한 모조나 개량이 가능하며, 이들 모두 본 발명의 기술적 범위에 속함은 너무나 자명하다 할 것이다. 이에, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

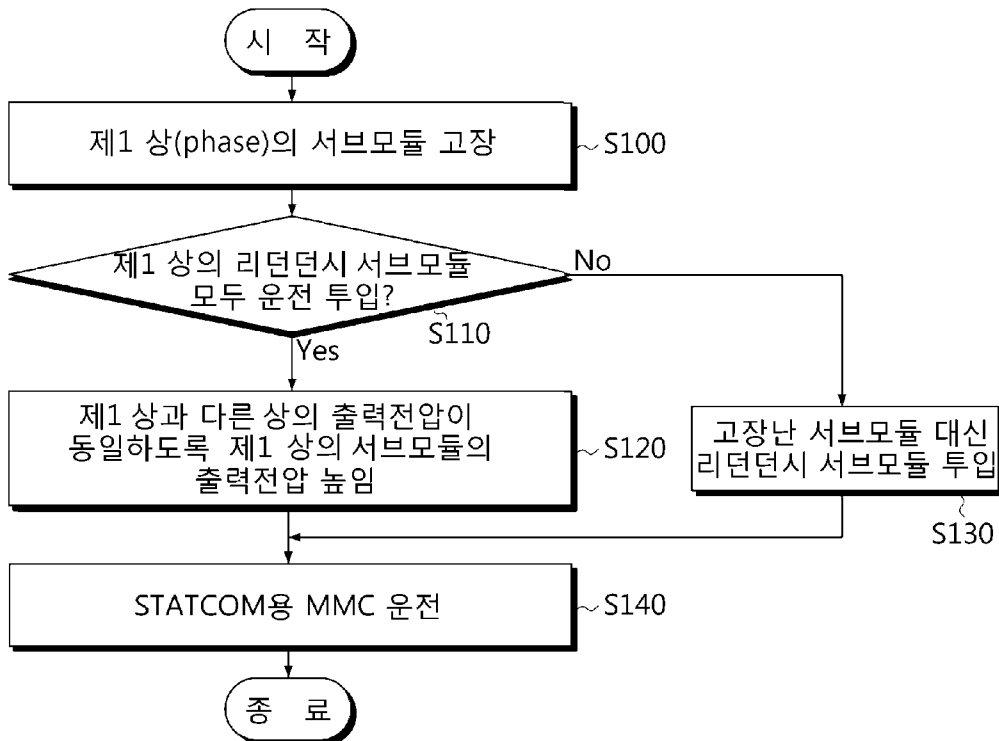
청구범위

- [청구항 1] STATCOM에 연계되고 다수의 상(phase)으로 구성되며 상기 각 상은 운전중인 다수의 서브모듈과 리던던시 서브모듈을 포함하는 STATCOM용 MMC의 제어방법에 있어서, 상기 다수의 상 중 제1 상의 리던던시 서브모듈이 모두 운전에 투입된 상태에서 상기 제1 상의 운전중인 서브모듈의 고장발생 여부를 확인하는 단계; 및 상기 제1 상의 운전중인 서브모듈에 고장발생 시 상기 제1 상의 나머지 서브모듈의 출력전압을 높여 상기 제1 상의 출력전압이 다른 상의 출력전압과 동일하도록 제어하는 단계; 를 포함하는 STATCOM용 MMC의 리던던시 제어방법.
- [청구항 2] STATCOM에 연계되고 다수의 상(phase)으로 구성되며 상기 각 상은 운전중인 다수의 서브모듈과 리던던시 서브모듈을 포함하는 STATCOM용 MMC의 제어방법에 있어서, 상기 다수의 상 중 제1 상의 리던던시 서브모듈이 모두 운전에 투입된 상태에서 상기 제1 상의 운전중인 서브모듈에 고장발생 여부를 확인하는 단계; 및 상기 제1 상의 운전중인 서브모듈에 고장발생 시 다른 상의 각 서브모듈의 출력전압을 낮춰 상기 다른 상의 출력전압이 상기 제1 상의 출력전압과 동일하도록 제어하는 단계; 를 포함하는 STATCOM용 MMC의 리던던시 제어방법.
- [청구항 3] STATCOM에 연계되고 다수의 상(phase)으로 구성되며 상기 각 상은 운전중인 다수의 서브모듈과 리던던시 서브모듈을 포함하는 STATCOM용 MMC의 제어방법에 있어서, 상기 다수의 상 중 제1 상의 리던던시 서브모듈이 모두 운전에 투입된 상태에서 상기 제1 상의 운전중인 서브모듈에 고장발생 여부를 확인하는 단계; 및 상기 제1 상의 운전중인 서브모듈에 고장발생 시 상기 제1 상의 최대 출력전압으로 상기 다른 각 상의 출력전압을 제한하는 단계; 를 포함하는 STATCOM용 MMC의 리던던시 제어방법.
- [청구항 4] 제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 제1 상의 고장 발생한 서브모듈을 제외한 나머지 서브모듈은 정격 출력전압을 출력하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 STATCOM용 MMC의 리던던시 제어방법.
- [청구항 5] 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 각 상에 포함된 운전중인 다수의 서브모듈은 각각 동일한 전압을 출력하는 것을 특징으로 하는 STATCOM용 MMC의 리던던시 제어방법.

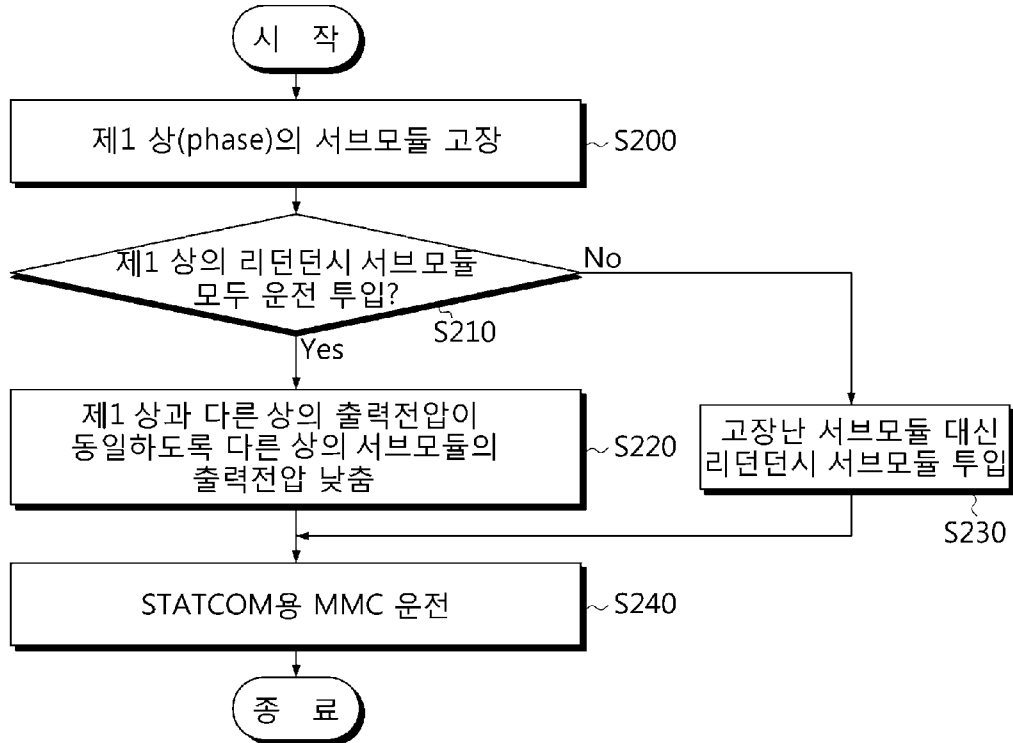
[도1]



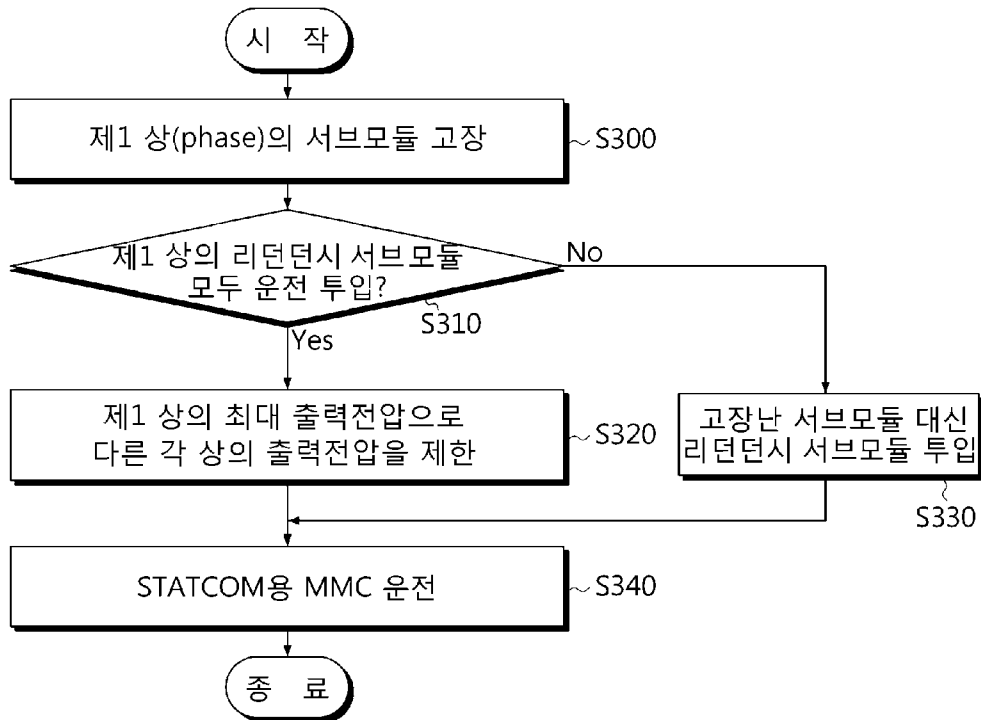
[도2]



[도3]



[도4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/006639

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 1/32(2007.01)i, H02M 7/49(2007.01)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)

H02M 1/32; H02M 7/483; H02M 7/49; H02M 5/458; H02M 7/48

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: MMC, STACOM, voltage, breakdown, conversion cell, sub-module, redundancy, rating

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015-155112 A1 (ABB TECHNOLOGY AG.) 15 October 2015 See abstract, page 5, lines 1-19, page 8, lines 20-32 and figures 1-3.	3-5
A		1-2
Y	US 5986909 A (HAMMOND, Peter W. et al.) 16 November 1999 See abstract, column 4, lines 24-50 and figures 1a, 2-4.	3-5
A	KR 10-2014-0051810 A (CURTISS-WRIGHT ELECTRO-MECHANICAL CORPORATION) 02 May 2014 See abstract, paragraphs [15]-[31] and figures 4-6.	1-5
A	JP 2012-044839 A (TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 01 March 2012 See abstract, claims 1-4 and figures 1-5.	1-5
A	JP 2011-182517 A (TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 15 September 2011 See abstract, claims 1-2 and figures 1-14.	1-5

 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

"I" 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

29 SEPTEMBER 2016 (29.09.2016)

Date of mailing of the international search report

29 SEPTEMBER 2016 (29.09.2016)

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/KR2016/006639

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2015-155112 A1	15/10/2015	NONE	
US 5986909 A	16/11/1999	AU 1999-30161 A1 AU 1999-30161 B2 CA 2272202 A1 CA 2272202 C CN 1237693 C CN 1244745 A JP 2000-060142 A JP 4553167 B2 US 6222284 B1	02/12/1999 17/10/2002 21/11/1999 04/07/2006 18/01/2006 16/02/2000 25/02/2000 29/09/2010 24/04/2001
KR 10-2014-0051810 A	02/05/2014	CN 103250318 A CN 103250318 B EP 2614567 A1 JP 2013-537393 A JP 5964306 B2 US 2012-0068555 A1 US 8618698 B2 WO 2012-033958 A1	14/08/2013 04/05/2016 17/07/2013 30/09/2013 03/08/2016 22/03/2012 31/12/2013 15/03/2012
JP 2012-044839 A	01/03/2012	JP 5721096 B2	20/05/2015
JP 2011-182517 A	15/09/2011	JP 5455055 B2	26/03/2014

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H02M 1/32(2007.01)I, H02M 7/49(2007.01)I

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H02M 1/32; H02M 7/483; H02M 7/49; H02M 5/458; H02M 7/48

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: MMC, STACOM, 전압, 고장, 변환셀, 서브모듈, 리턴
던시, 정격

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	WO 2015-155112 A1 (ABB TECHNOLOGY AG) 2015.10.15 요약, 페이지 5, 라인 1-19, 페이지 8, 라인 20-32 및 도면 1-3 참조.	3-5
A		1-2
Y	US 5986909 A (PETER W. HAMMOND 등) 1999.11.16 요약, 칼럼 4, 라인 24-50 및 도면 1a, 2-4 참조.	3-5
A	KR 10-2014-0051810 A (키티스-라이트 일렉트로-메카니칼 코퍼레이션) 2014.05.02 요약, 단락 15-31 및 도면 4-6 참조.	1-5
A	JP 2012-044839 A (TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 2012.03.01 요약, 청구항 1-4 및 도면 1-5 참조.	1-5
A	JP 2011-182517 A (TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 2011.09.15 요약, 청구항 1-2 및 도면 1-14 참조.	1-5

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
 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
 “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2016년 09월 29일 (29.09.2016)	국제조사보고서 발송일 2016년 09월 29일 (29.09.2016)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 박혜련 전화번호 +82-42-481-3463
---	------------------------------------

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2015-155112 A1	2015/10/15	없음	
US 5986909 A	1999/11/16	AU 1999-30161 A1 AU 1999-30161 B2 CA 2272202 A1 CA 2272202 C CN 1237693 C CN 1244745 A JP 2000-060142 A JP 4553167 B2 US 6222284 B1	1999/12/02 2002/10/17 1999/11/21 2006/07/04 2006/01/18 2000/02/16 2000/02/25 2010/09/29 2001/04/24
KR 10-2014-0051810 A	2014/05/02	CN 103250318 A CN 103250318 B EP 2614567 A1 JP 2013-537393 A JP 5964306 B2 US 2012-0068555 A1 US 8618698 B2 WO 2012-033958 A1	2013/08/14 2016/05/04 2013/07/17 2013/09/30 2016/08/03 2012/03/22 2013/12/31 2012/03/15
JP 2012-044839 A	2012/03/01	JP 5721096 B2	2015/05/20
JP 2011-182517 A	2011/09/15	JP 5455055 B2	2014/03/26