

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 3월 28일 (28.03.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/043005 A2

- (51) 국제특허분류:
H02H 3/26 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/007633
- (22) 국제출원일: 2012년 9월 24일 (24.09.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0096500 2011년 9월 23일 (23.09.2011) KR
- (72) 발명자: 겸
- (71) 출원인: 전명수 (JUN, Myung-Soo) [KR/KR]; 135-504
서울 강남구 남부순환로 379길 14, 1-109 (도곡동 삼성
아파트), Seoul (KR).
- (74) 대리인: 전종일 (JEON, Jong-Il); 135-703 서울 강남구
테헤란로 7길 22, 신관 703호 (역삼동 과학기술회관),
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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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.

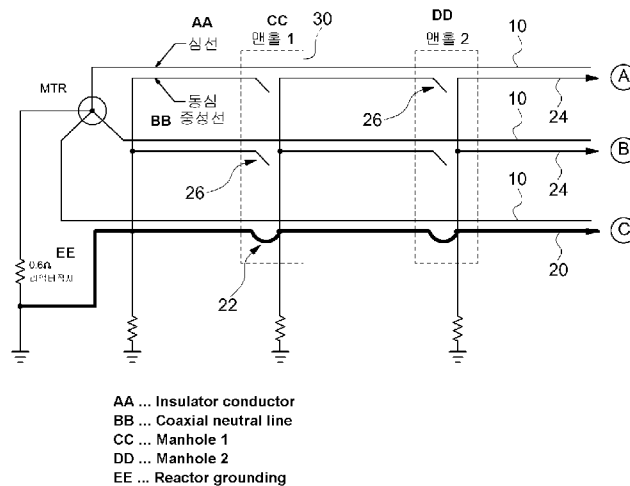
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를
별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: ECONOMICAL POWER CABLE DISTRIBUTION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 경제형 전력케이블 배전 시스템



(57) Abstract: The present invention relates to a power cable distribution system, which has a coaxial neutral line for each phase line of three phases, and which performs the multiple grounding of the coaxial neutral line. A first coaxial neutral line arranged in any one phase line from among the phase lines is dual-point bonded in every divided and separate section of a power cable. A second coaxial neutral line arranged in the other two phase lines is single-point bonded in every divided and separate section of the power cable, such that one end of the second coaxial neutral line is grounded and the other end of the second coaxial neutral line is open. The cross-sectional area of the second coaxial neutral line is smaller than that of the first coaxial neutral line. According to the power cable distribution system of the present invention, coaxial neutral lines which are single-point bonded are distributed with a small cross-sectional area without the need for considering a circulating current, thus minimizing the amount of copper used for a cable and providing a highly economical power cable distribution system.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2013/043005 A2



본 발명은 3 상의 각 상선별로 동심중성선을 구비하며 동심중성선을 다중 접지하는 전력케이블 배전 시스템에 관한 것으로서, 상기 각 상선 중 어느 하나의 상선에 구비된 제 1 동심중성선은 단절되어 구분되는 각 구간마다 양단 접지되고, 다른 두 상선에 구비된 제 2 동심중성선은 단절되어 구분되는 각 구간마다 일단은 접지되고 타단은 개방되도록 편단 접지되며, 상기 제 2 동심중성선은 상기 제 1 동심중성선에 비해 작은 단면적을 갖는 것을 포함한다. 본 발명의 전력케이블 배전 시스템에 따르면, 편단 접지하는 동심중성선들은 순환전류를 고려할 필요 없이 작은 단면적으로 배전함으로써, 케이블의 동량 사용을 최소화하여 경제성 높은 전력케이블 배전 시스템을 제공할 수 있다.

명세서

경제형 전력케이블 배전 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 동심중선선을 구비한 전력 케이블의 3상 배전 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 경제적인 배전을 가능하게 하는 경제형 전력케이블 배전 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 22.9kV-Y 배전 방식은 변전소로부터 배전선로를 통해 공장, 빌딩 등 비교적 큰 규모의 수용가에 직접 전력을 공급하거나, 2차 변압기를 통해 소규모 공장 내지 일반 가정에 전력을 공급한다. 종래의 케이블 배전 시스템에서는 3상을 형성하는 각 상선 및 중성선을 별도로 배전하는 방식이었으나, 최근에는 중성선을 별도로 배선하지 않고 각 상선에 동심인 동심중성선을 다중 접지하여 배전하는 방식을 사용하고 있다.
- [3] 도 1은 동심중성선을 구비한 케이블의 일반적인 구조를 보여준다. 도 1을 참조하면, 코어를 형성하는 심선(1)의 외부에 내부 반도전층(2)이 피복되고, 내부 반도전층(2)의 둘레로 절연층(3)이 형성된다. 절연층(3)의 둘레로는 외부 반도전층(4)이 형성되고, 그 외부로 동심중성선(5)이 형성된다. 동심중성선(5)의 외부로는 외피(6)가 피복된다.
- [4] 종래 케이블 배전 시스템은 도 1과 같은 케이블을 이용하여 도 2에 도시된 바와 같이 케이블의 구간마다 동심중성선(5)을 다중 접지하고 있다. 종래 동심중성선(5)을 다중 접지하는 방식은 다음과 같다. 맨홀(7) 등으로 구획된 동심중선선(5)의 구간별로 동심중성선(5)의 전단부를 일괄 접지하고, 후단부는 다음 구간의 동심중성선(5) 전단부와 함께 일괄 접지한다. 즉, 각 상의 동심중성선(5)은 구간별로 양단 접지된다.
- [5] 이러한 다중 접지 방식은 동심중성선을 대지에 직접 접지하기 때문에 지락 사고시 전선 상의 전압 상승이 적어 전력 설비의 절연 및 지락 전류의 검출이 용이하고 보호 계전기 등이 신속하게 동작한다.
- [6] 그러나 지중 배전 선로에서 각 상(A, B, C상)의 부하가 정확히 평형을 유지하는 것은 어렵고 또한 대략 평형일 경우라도 도 2에서 점선으로 도시한 바와 같이 동심중성선 간에는 부하 전류에 의해 동심중성선 순환전류가 유기되기 때문에 불필요한 손실 전력이 발생하며, 이러한 손실 전력으로 케이블의 내부 온도가 상승되고 자체 전류 용량이 감소하며 배전 선로 손실이 발생된다. 그리고 부하 전류 측정시 계기에는 배전선의 실제 부하 전류와 동심중성선의 순환 전류의 합성 값이 표시되기 때문에, 순환 전류로 인한 위험성이 따름은 물론 실제 부하가 정확하게 측정되지 못하기 때문에 배전 선로 운영에도 어려움이 있다.
- [7] 또한, 각 상선별로 동심중성선을 형성하고, 이 동심중성선에서 순환전류를

부담할 수 있을 만큼 적절한 단면적을 가져야 하므로, 동심중성선으로 소요되는 동량이 많아지는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 상기한 바와 같은 동심중성선의 순환전류 부담에 따른 단면적 증가의 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 3상의 동심중성선 중 어느 한 상의 동심중성선을 양단 접지하고 다른 두 동심중성선은 편단 접지하며, 편단 접지하는 동심중성선의 단면적을 양단 접지하는 동심중성선의 단면적보다 작게 설계하여, 배전 계통의 안전성을 꾀하는 동시에 케이블의 동량을 최소화하여 경제성 높은 전력케이블 배전 시스템을 제공할 수 있는 목적이 있다.
- [9] 또한, 본 발명은 동심중성선의 불평형 전류 및 순환전류 발생을 방지하기 위해 제안된 것으로서, 3상의 동심중성선 중 어느 한 상의 동심중성선을 양단 접지하고 다른 두 동심중성선은 편단 접지하는 구성을 기본으로 하여, 3조의 분기라인마다 동심중성선을 구간별로 양단 접지하는 상선을 균등하게 배포하여 불평형 전류 및 순환전류 발생을 방지함은 물론 선로정수를 평형하게 유지하고 배전 계통의 안전성을 꾀하는 동시에 케이블의 동량을 최소화하여 경제성 높은 전력케이블 배전 시스템을 제공할 수 있는 다른 목적이 있다.
- [10] 본 발명은 양단 접지하는 동심중성선을 A, B, C 3상의 각 상마다 균등한 구간 길이로 배치하여 각 상의 선로정수를 평형하게 유지하고 대지 순환전류를 각 상마다 고르게 분포시켜 서로 상쇄시킴으로써 배전 계통을 안정되게 하고 양질의 전력을 공급할 수 있음은 물론 케이블의 동량을 최소화하여 경제성 높은 전력케이블 배전 시스템을 제공할 수 있는 또 다른 목적이 있다.

기술적 해결방법

- [11] 본 발명의 일실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템은, 3상의 각 상선별로 동심중성선을 구비하며, 동심중성선을 다중 접지하는 전력케이블 배전 시스템에 있어서, 각 상선 중 어느 하나의 상선에 구비된 제1동심중성선은 단절되어 구분되는 각 구간마다 양단 접지되고, 다른 두 상선에 구비된 제2동심중성선은 단절되어 구분되는 각 구간마다 일단은 접지되고 타단은 개방되도록 편단 접지되며, 상기 제2동심중성선은 상기 제1동심중성선에 비해 작은 단면적을 갖는 것을 포함한다.
- [12] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템은, A, B, C 3상의 전력케이블을 배전하며, 각 상선별로 동심중성선을 구비하는 전력케이블 배전 시스템에 있어서, A, B, C 3상의 전력라인을 공급하는 공급라인에서 분기되는 3조의 분기라인은 각각, A상, B상, C상에 구비된 제1동심중성선은 단절되어 구분되는 각 구간마다 양단 접지되고, 다른 두 상에 구비된 제2동심중성선은 단절되어 구분되는 각 구간마다 일단은 접지되고 타단은 개방되도록 편단 접지되는 것을 포함한다.

- [13] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템은, A, B, C 3상의 전력케이블을 배전하며, 각 상선별로 동심중성선을 구비하는 전력케이블 배전 시스템에 있어서, 동심중성선은 단절되어 구분되는 구간마다 양단 접지되는 제1동심중성선과, 일단은 접지되고 타단은 개방되도록 편단 접지되는 제2동심중성선으로 구분되며, A, B, C 3상의 상선마다 제1동심중성선이 분산되어 배치되고, 제1동심중성선이 배치되지 않은 구간에는 제2동심중성선이 배치되는 것을 포함한다.
- [14] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템은, 제2동심중성선은 케이블 지락 고장전류를 고려하여 결정된 단면적을 갖는 것을 포함할 수 있다.
- [15] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템은, 제2동심중성선은 제1동심중성선에 비해 절반 이하의 단면적을 갖는 것을 포함할 수 있다.
- [16] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템은, 제1동심중성선을 구비한 상선의 심선에 비해 제2동심중성선을 구비한 상선의 심선이 작은 단면적을 갖는 것을 포함할 수 있다.
- [17] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템은, 제2동심중성선은 제1동심중성선에 비해 작은 단면적을 갖는 것을 포함할 수 있다.
- [18] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템은, A, B, C 3상의 상선은 제1동심중성선이 배치되는 구간의 길이가 고르게 분산되는 것을 포함할 수 있다.

유리한 효과

- [19] 본 발명의 전력케이블 배전 시스템에 따르면, 3상의 동심중성선 중 어느 한 상의 동심중성선에 대해서만 구간별로 양단 접지하고 다른 두 상의 동심중성선에 대해서는 구간별로 편단 접지하며, 편단 접지하는 동심중성선들은 순환전류를 고려할 필요 없이 작은 단면적으로 배전함으로써, 페루프에 의해 발생하는 순환전류를 대폭 경감하여 배전 계통의 안정성을 높이고 케이블의 동량 사용을 최소화하여 경제성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [20] 또한, 본 발명의 전력케이블 배전 시스템에 따르면, 배전 계통의 공급라인에서 분기되는 3조의 분기라인마다 어느 한 상의 동심중성선에 대해서만 구간별로 양단 접지하고 다른 두 상의 동심중성선에 대해서는 구간별로 편단 접지하며, 양단 접지하는 동심중성선을 각 조의 분기라인별로 균등하게 분포시킴으로써, 동심중성선에서의 불평형 전류 및 순환전류를 방지하여 선로정수를 평형되게 하여 배전선로 운영의 편의성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [21] 또한, 본 발명의 전력케이블 배전 시스템에 따르면, 각 상마다 양단 접지하는

동심중성선과 편단 접지하는 동심중성선이 함께 구비되도록 구성하되, 양단 접지하는 동심중성선의 구간 길이를 각 상마다 고르게 함으로써, 각 상의 선로정수를 평형하게 유지하고, 각 상에서의 대지 순환전류를 고르게 분포시켜 동심중성선 합성 유기전압을 0(zero)에 근접시키고 순환전류를 상쇄시켜 순환전류가 거의 발생하지 않도록 하며, 각 상에서의 전압강하의 불평형을 방지할 수 있으며, 이에 따라 배전 계통을 안정되게 운영하며 양질의 전력을 공급할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [22] 도 1은 동심중성선을 구비한 케이블의 단면을 예시한 단면도이다.
- [23] 도 2는 종래 전력케이블 배전 시스템을 예시한 계통도이다.
- [24] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템을 예시한 계통도이다.
- [25] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템을 예시한 계통도이다.
- [26] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템을 예시한 계통도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [27] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [28] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응하는 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [29] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템을 예시한 계통도이다.
- [30] 도 3을 살펴보면, 본 발명의 일실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템에 대한 22.9kV-Y 배전 방식의 예를 보여준다. 도 3의 예시에서 배전 계통의 변압기 2차측은 Y 결선이며, 이 Y 결선으로부터 A, B, C 3개의 상선이 인출되고 중성선은 리액터 접지된다. A, B, C 3개의 상선은 심선(10)의 외부에 동심중성선(20, 24)이 형성된 형태의 전력케이블로 구성되며, 이러한 전력케이블의 구성은 도 1을 참조하여 배경기술로서 언급된 구성과 동일하다.
- [31] 도 3의 예시에서, C 상의 동심중성선(20)은 A, B 상의 동심중성선(24)에 비해 굵은 선으로 묘사되어 있다. 이하에서 설명되는 예시에서 굵은 선으로 묘사된 C 상의 동심중성선(20)은 '제1동심중성선'이라 언급하며, A, B 상의 동심중성선(24)은 '제2동심중성선'이라 언급하기로 한다.

- [32] 한편, 도 3에서는 C 상에 제1동심중성선(20)이 구비되고 다른 두 상에 제2동심중성선(24)이 구비된 것을 예시하였지만, 이는 단지 본 발명에 대한 하나의 예시일 뿐이며, A 상 또는 B 상에 제1동심중성선(20)이 구비되고 다른 두 상에 제2동심중성선(24)이 구비되도록 실시될 수도 있다.
- [33] 도 3을 참조하면, 전력케이블은 배전 계통에는 맨홀(30)이 설치된다. 맨홀(30)은 지중으로 매설된 전력케이블을 접속하는 개소이다. 맨홀(30)이나 다른 접속 개소에 의해 전력케이블의 구간이 나뉜다. 이와 같은 전력케이블의 각 구간은 대략 300m이다.
- [34] 전력케이블의 각 구간별로 제1동심중성선(20)과 제2동심중성선(24)의 전단은 일괄 접지된다. 그리고 도시한 바와 같이 첫 번째 구간의 동심중성선 전단은 변압기 2차측의 중성선과 함께 접지된다.
- [35] 첫 번째 접속개소인 맨홀(30)에서, 제1동심중성선(20)은 첫 번째 구간의 후단과 두 번째 구간의 전단이 접속부(22)를 매개로 접속된다. 이와 마찬가지로, 다음 번의 맨홀(30)에서도 제1동심중성선(20)의 전단과 후단은 모두 일괄 접지된다. 즉, 도시한 바와 같이, 제1동심중성선(20)은 구간별로 양단 접지된다.
- [36] 첫 번째 맨홀(30)에서, 제2동심중성선(24)은 첫 번째 구간의 후단과 두 번째 구간의 전단이 상호 접속되지 않는다. 도시한 바와 같이, 제1동심중성선(24)은 각 구간마다 후단이 개방되어 개방부(26)를 형성한다. 즉, 제2동심중성선(24)은 구간별로 편단 접지된다.
- [37] 본 발명에 따른 전력케이블 배전 시스템은 전술한 계통 구조에서, 제1동심중성선(20)에 비해 제2동심중성선(24)의 단면적이 작은 특징을 갖는다. 이를 통해 케이블의 동량을 대폭 줄여 경제성 높은 전력케이블 배전 시스템을 가능하게 한다.
- [38] 일반적으로, 22.9kV-Y 배전에서 종래와 같은 도 2의 배전 계통에서는, 즉, 동심중성선을 일괄하여 양단 접지하는 시스템에서는 불평형 전류, 순환전류, 및 케이블 지락 고정전류 등을 고려하여 동심중성선의 단면적을 결정한다. 예를 들어, 각 상선의 심선은 325mm²의 단면적을 가지며, 동심중성선은 이 단면적의 대략 1/3배인 108mm²의 단면적을 갖는다.
- [39] 그런데, 본 발명에 따른 전력케이블 배전 시스템에서는, 불평형 전류 및 순환전류의 영향이 미미하며, 특히 제2동심중성선(24)에서는 이러한 불평형 전류 및 순환전류가 발생하지 않는다. 따라서, 제2동심중성선(24)은 케이블 지락 고정전류만을 고려하여 단면적을 결정할 수 있다.
- [40] IEC(International Electro-technical Commission) 60949에 의한 중성선 단면적을 구하는 공식은 다음의 수식1과 같다.
- [41]
$$I^2 t = K^2 S^2 \ln \left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right) \text{----- (수식1)}$$
- [42] 여기서, I는 고장전류이고, t는 고장지속시간이고, K는 도체관련 상수이고, S는 도체 단면적이고, θ_i 는 초기 운전 온도이고, θ_f 는 최종 운전 온도이고, β 는 0°C에서

저항의 온도계수의 역수이다.

- [43] 예를 들어, 22.9kV 계통에서 최대 지락전류전류인 8515A가 발생할 경우 순시요소에 의해 차단되며, 순시요소의 후비보호로 한시요소가 동작하게 된다. 순시요소 동작시간은 대략 0.083초이며, 한시요소 동작시간은 0.5초이다. 어떠한 경우에도 고장전류 최악 통전조건인 0.5초 이상 고장이 지속될 수 없으므로, 위 수식에서 I는 8515를 대입할 수 있고, t는 0.5를 대입할 수 있다.

- [44] 그리고, IEC 60949에서 구리의 경우 K는 226이며, β 는 234.5이다. θ_i 와 θ_f 는 각각 CNCV 케이블에서 90°C 및 230°C이다.

- [45] 이 값들을 위 수식에 대입하여 보면 다음과 같은 수식2를 얻을 수 있다.

$$[46] \quad 8515^2 * 0.5 = 226^2 * S^2 * \ln\left(\frac{230 + 234.5}{90 + 234.5}\right)$$

- [47] 이로부터 구해지는 단면적 S는 44.5mm²이다.

- [48] 즉, 본 발명에서는 A, B 두 상의 제2동심중성선(24) 단면적을 제1동심중성선(20) 단면적(108mm²)의 절반 이하에 해당하는 50mm²(안전율 등을 고려하여 44.5mm² 보다 큰 CNCV 케이블의 일반적인 규격 50mm²로 선택하는 것이 바람직함)로 선택해도 충분하다는 결론에 도달할 수 있다. 따라서, 종래 전력케이블 배전 시스템과 비교하여 상당한 만큼의 동량을 절감할 수 있다.

- [49] 나아가서, 본 발명의 전력케이블 배전 시스템에서는 동심중성선이 편단 접지되는 A, B 두 상에서 제2동심중성선(24)의 순환전류가 발생하지 않으므로 A, B 두 상의 심선(10) 단면적을 C 상의 심선 단면적에 비해 작게 설계할 수 있다.

- [50] 일반적으로, 심선 도체의 허용전류는 케이블의 최고 허용온도에 따라 결정된다. 케이블의 온도 상승은 심선과 시스선(본 발명에서 언급되는 동심중성선과 같은)에 흐르는 전류에 의한 발열과 케이블 구조 및 재질에 따른 방열에 의해 정해진다. 통상의 22.9kV CNCV 케이블 배전 시스템에서 심선(10)의 상시 허용전류는 다음의 수식3으로부터 얻을 수 있다.

$$[51] \quad I_p = \sqrt{\frac{50 - wd(T1/2 + T3 + T4)}{r[T1 + (1 + \lambda 1)(T3 + T4)']}}$$

- [52] 여기서, I_p 는 상시 허용전류이고, wd는 유전체 손실이고, r은 교류 도체 실요저항이고, $\lambda 1$ 은 도체손실과 시스손실비이고, T1은 도체와 시스간의 열저항이고, T3는 케이블 외피의 열저항이고, T4는 기타 열저항의 합이다.

- [53] 그런데, 도 3의 계통에서는 C 상의 심선(제1동심중성선의 심선)과 A, B 상의 심선(제2동심중성선의 심선)을 대비하였을 때, 위 수식 중에서 다른 조건들은 유사한 반면 도체손실과 시스손실비인 $\lambda 1$ 에서 차이를 보인다.

- [54] 시스손실비 $\lambda 1$ 은 다음의 수식4에 의해 결정된다.

$$[55] \quad \lambda 1 = \frac{W_s}{W_c}$$

- [56] 여기서, W_s 는 시스손실이고, W_c 는 도체손실이다.

- [57] 통상 동심중성선에 비하여 심선의 단면적이 크므로, 시스손실에 비하여

도체손실의 값이 크다. 따라서, λ_1 은 1 미만의 값을 갖는다.

[58] 예를 들어, 도 3의 실시예에서 C 상의 경우는 심선의 단면적이 325mm^2 이고, 동심중성선의 단면적이 108mm^2 이고, 동심중성선의 순환전류 비율이 45%라고 가정했을 때, λ_1 은 0.545이다. 그런데, A, B 두 상의 경우는 순환전류가 거의 0(zero)에 근사하므로 λ_1 은 0(zero)이라 할 수 있다.

[59] 따라서, 다른 모든 조건이 동일하다는 가정 하에서 위와 같은 λ_1 의 값을 수식에 대입하였을 때, C 상의 심선에서의 상시 허용전류가 분모 값이 증가하므로, C 상의 심선에 비하여 A, B 두 상에서의 상시 허용전류가 더 높음을 알 수 있다.

[60] 보다 구체적으로 수식3에 위 조건 하에서 실제에 근사한 수치를 대입하여 보자. 예컨대, w_d 는 $2.144 \times 10^{-4} \text{ w/m}$, r 은 $7.4839 \times 10^{-7} \Omega/\text{m}$, T_1 은 42.2°C-m/w , T_3 은 76.5°C-m/w , T_4 는 7.656°C-m/w 라고 가정해 보자.

[61] 이 수치들을 수식3에 대입하여 보면, C 상의 심선에서는(λ_1 이 0.545일 때) 상시 허용전류가 662 A로 계산되며, A, B 두 상의 심선에서는(λ_1 이 0일 때) 각각 상시 허용전류가 726A로 계산된다. 즉, A, B 두 상에서의 상시 허용전류는 C 상에 비해 16.72% 가량 높게 나타난다. 이러한 계산식으로부터 A, B 두 상의 심선 도체 단면적을 270mm^2 로 설치할 수 있음을 알 수 있다.

[62] 결론적으로 본 발명의 실시예에서는 C 상에 비해 A, B 두 상의 심선 단면적을 작게 설계할 수 있으며, 종래 전력케이블 배전 시스템과 비교하여 상당한 만큼의 동량을 절감할 수 있다.

[63]

[64] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템을 예시한 계통도이다.

[65] 도 4를 살펴보면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템에 해당하는 각각의 구성요소들에 대한 기능 및 그것들 간의 유기적인 관계는 도 3에 설명된 본 발명의 일실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템에 해당하는 각각의 구성요소들에 대한 기능 및 그것들 간의 유기적인 관계와 동일하므로, 이것에 대한 각각의 부연설명들은 이하 생략하기로 한다.

[66] 도 4에 도시된 바와 같이, 일반적인 배전 계통에서는 변압기 2차측의 각 상선에 공급라인(40)이 연결되고, 이 공급라인(40)에서 수용가측으로 복수의 분기라인(51, 52, 53)이 분기된다.

[67] 도 4의 예시에서와 같이, 본 발명에 따른 전력케이블 배전 시스템은 3조의 분기라인(51, 52, 53)이 하나의 그룹을 형성한다. 제1분기라인(51)은 앞서 도3을 참조하여 설명한 구성과 동일한 계통 구조를 갖는다. 즉, C 상에 제2동심중성선(20)이 형성되고, 이 제2동심중성선(20)은 구간별로 양단 접지된다. A, B 두 상의 제1동심중성선(24)은 구간별로 편단 접지된다. 제2분기라인(52)은 이와 달리 B 상상에 제2동심중성선(20)이 형성되고, 이 제2동심중성선(20)은 구간별로 양단 접지된다. A, C 두 상의 제1동심중성선(24)은 구간별로 편단 접지된다. 제3분기라인(53)은 A상에

제2동심중성선(20)이 형성되고, 이 제2동심중성선(20)은 구간별로 양단 접지된다. B, C 두 상의 제1동심중성선(24)은 구간별로 편단 접지된다.

- [68] 이와 같이 3조의 분기라인(51, 52, 53)에서 동심중성선이 양단 접지되는 상선을 각각 A, B, C 상으로 고르게 분포시킴에 따라, 각 그룹 내에서는 선로정수의 평형이 유지된다. 만약, 공급라인(40)에서 분기되는 라인이 4개 또는 그 이상이라면, 이 중 3조씩의 분기라인에 대해서 도 4와 같은 배전 계통을 적용시킴으로써 적어도 부분적으로는 선로정수의 평형을 유지할 수 있을 것이다.

[69]

- [70] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템을 예시한 계통도이다.

- [71] 도 5를 살펴보면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템에 해당하는 각각의 구성요소들에 대한 기능 및 그것들 간의 유기적인 관계는 도 3에 설명된 본 발명의 일실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템에 해당하는 각각의 구성요소들에 대한 기능 및 그것들 간의 유기적인 관계와 동일하므로, 이것에 대한 각각의 부연설명들은 이하 생략하기로 한다.

- [72] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 전력케이블 배전 시스템에서는 굵은 선으로 묘사된 제1동심중성선(20)이 변압기 2차측의 분기점에서는 C 상에 배치되고, 이후 B상, A상, 다시 C상으로 분산되는 것을 볼 수 있다.

- [73] 도 5의 예시에서, 변압기 2차측에서 첫 번째 맨홀(30)까지의 제1구간에서는 A상과 B상에는 제2동심중성선(24)이 배치되고, C상에는 제1동심중성선(20)이 배치된다. 즉, 첫 번째 맨홀(30)에서 A, B상의 동심중성선은 후단에 개방부(26)가 형성되고 C상의 동심중성선은 후단에 접속부(22)가 형성된다.

- [74] 다음의 제2구간에서는 A상과 C상에 제2동심중성선(24)이 배치되고, B상에는 제1동심중성선(20)이 배치된다. 도시한 바와 같이 제2구간의 후단에서는 B상의 동심중성선만 후단에 접속부(22)가 형성된다. 그리고 제3구간에서의 동심중성선의 배치와 접속은 제2구간에서와 동일하다.

- [75] 제4구간에서의 동심중성선 배치는 A상에 제1동심중성선(20)이 배치되고, B, C상에는 제2동심중성선(24)이 배치된다. 제5구간에서는 다시 B상에 제1동심중성선(20)이 배치되고, A, C상에는 제2동심중성선(24)이 배치된다.

- [76] 여기서, 도시된 바와 같이 제1구간이 300m, 제2구간이 100m, 제3구간이 100m, 제4구간이 300m, 제5구간이 100m라고 가정한다면, 제1동심중성선(20)이 A, B, C상마다 300m의 구간으로 분산되어 배치된 것을 알 수 있다.

- [77] 이와 같이, A, B, C 3상의 상선 각각에서 제1동심중성선(20)이 배치되는 구간의 길이가 고르게 분산되면, 도시한 바와 같이 제1동심중성선(양단 접지된)에 의해 발생하는 대지 순환전류가 각 상별로 고르게 분포된다. 따라서 각 상에서의 선로정수를 동일하게 할 수 있음은 물론, 전체 상의 동심중성선 합성 유기전압을

0(zero)에 근접시킬 수 있다. 또한, 대지 순환전류는 전체적으로 상쇄되며, 각 상에서의 전압강하가 불평형되는 것을 방지할 수 있다.

[78] 한편, 도 5의 예시는 단지 본 발명의 일실시예를 예시한 것을 뿐이며, 실질적으로는 제1동심중성선(20)이 A, B, C상마다 배치되는 구간의 길이가 완전히 동일하지 않아도 대지 순환전류의 상쇄에 따라 각 상에서의 전압강하 불평형을 방지할 수 있다.

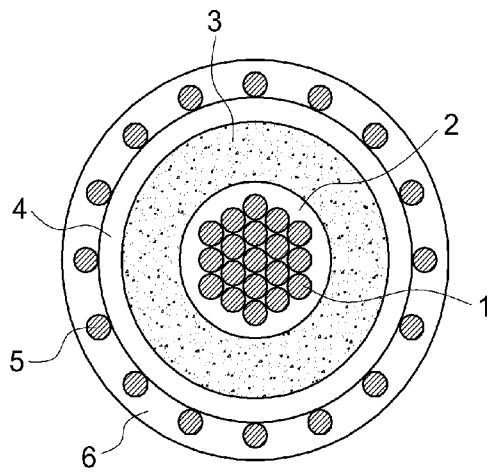
[79] 본 발명에 따른 전력케이블 배전 시스템은 전술한 계통 구조에서, 제1동심중성선(20)에 비해 제2동심중성선(24)의 단면적이 작은 특징을 갖는다. 이를 통해 케이블의 동량을 대폭 줄여 경제성 높은 전력케이블 배전 시스템을 가능하게 한다.

[80] 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

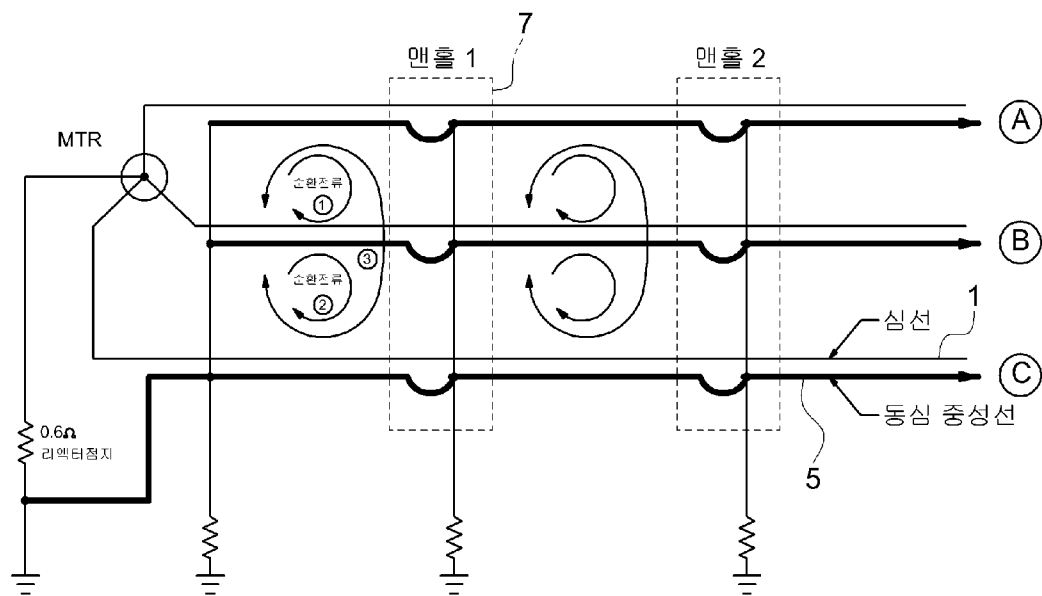
청구범위

- [1] 3상의 각 상선별로 동심중성선을 구비하며, 동심중성선을 다중 접지하는 전력케이블 배전 시스템에 있어서,
상기 각 상선 중 어느 하나의 상선에 구비된 제1동심중성선은 단절되어 구분되는 각 구간마다 양단 접지되고,
다른 두 상선에 구비된 제2동심중성선은 단절되어 구분되는 각 구간마다 일단은 접지되고 타단은 개방되도록 편단 접지되며,
상기 제2동심중성선은 상기 제1동심중성선에 비해 작은 단면적을 갖는 전력케이블 배전 시스템.
- [2] A, B, C 3상의 전력케이블을 배전하며, 각 상선별로 동심중성선을 구비하는 전력케이블 배전 시스템에 있어서,
A, B, C 3상의 전력라인을 공급하는 공급라인에서 분기되는 3조의 분기라인은 각각, A상, B상, C상에 구비된 제1동심중성선은 단절되어 구분되는 각 구간마다 양단 접지되고, 다른 두 상에 구비된 제2동심중성선은 단절되어 구분되는 각 구간마다 일단은 접지되고 타단은 개방되도록 편단 접지되는 전력케이블 배전 시스템.
- [3] A, B, C 3상의 전력케이블을 배전하며, 각 상선별로 동심중성선을 구비하는 전력케이블 배전 시스템에 있어서,
상기 동심중성선은 단절되어 구분되는 구간마다 양단 접지되는 제1동심중성선과, 일단은 접지되고 타단은 개방되도록 편단 접지되는 제2동심중성선으로 구분되며,
상기 A, B, C 3상의 상선마다 상기 제1동심중성선이 분산되어 배치되고, 제1동심중성선이 배치되지 않은 구간에는 제2동심중성선이 배치되는 전력케이블 배전 시스템.
- [4] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2동심중성선은 케이블 지락 고장전류를 고려하여 결정된 단면적을 갖는 전력케이블 배전 시스템.
- [5] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2동심중성선은 상기 제1동심중성선에 비해 절반 이하의 단면적을 갖는 전력케이블 배전 시스템.
- [6] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1동심중성선을 구비한 상선의 심선에 비해 상기 제2동심중성선을 구비한 상선의 심선이 작은 단면적을 갖는 전력케이블 배전 시스템.
- [7] 제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 제2동심중성선은 상기 제1동심중성선에 비해 작은 단면적을 갖는 전력케이블 배전 시스템.
- [8] 제3항에 있어서, 상기 A, B, C 3상의 상선은 각각 제1동심중성선이 배치되는 구간의 길이가 고르게 분산되는 전력케이블 배전 시스템.

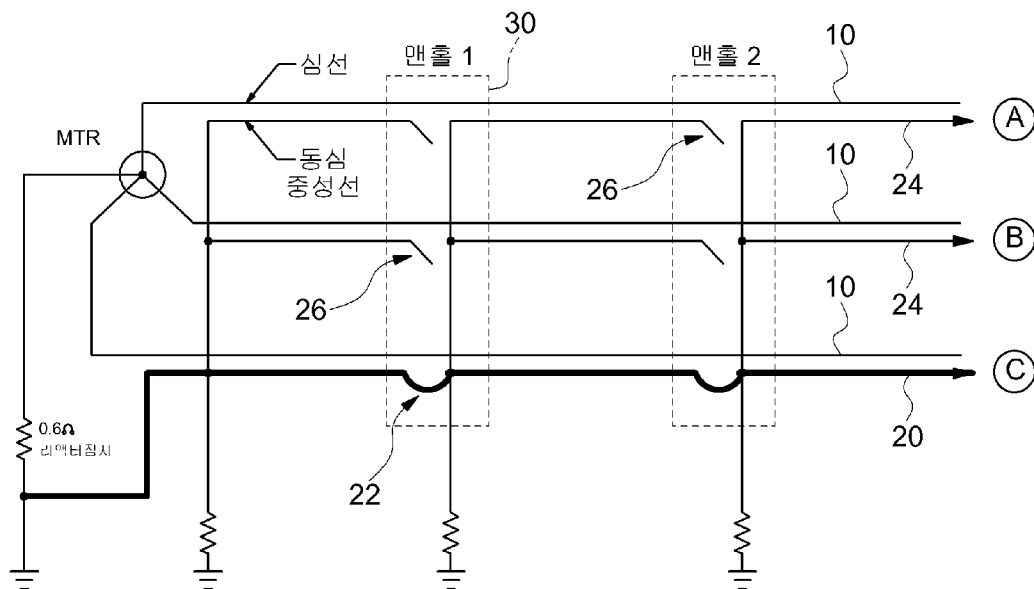
[Fig. 1]



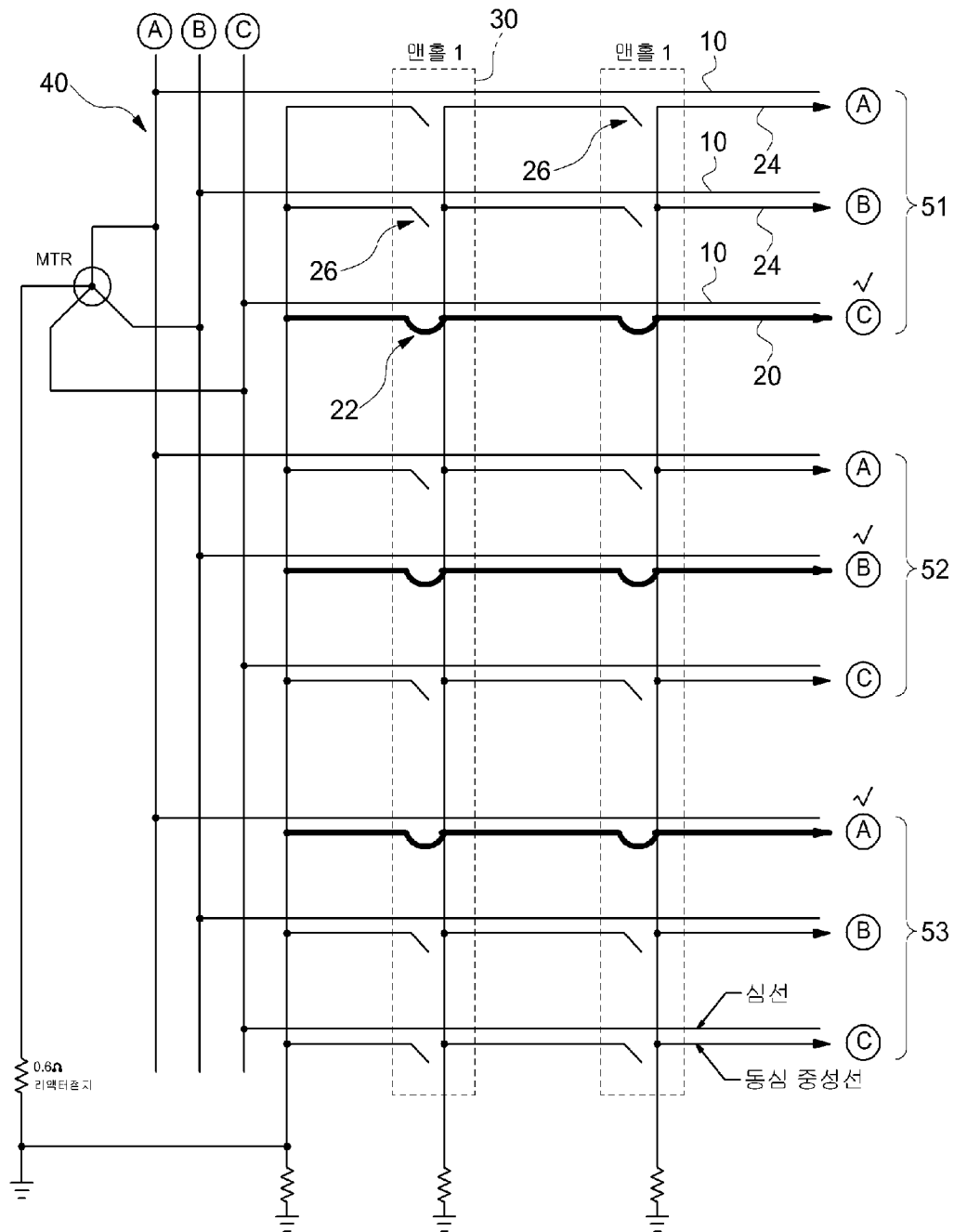
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]

