



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월13일

(11) 등록번호 10-1559652

(24) 등록일자 2015년10월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02G 5/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0011137

(22) 출원일자 2014년01월29일

심사청구일자 2014년01월29일

(65) 공개번호 10-2015-0090465

(43) 공개일자 2015년08월06일

(56) 선행기술조사문헌

논문1: 전기학회 논문지*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국교통대학교산학협력단

충청북도 충주시 대소원면 대학로 50

(72) 발명자

강형구

충북 충주시 염밭로 22, 108동 1002호 (용산동, 남산동일하이빌)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 3 항

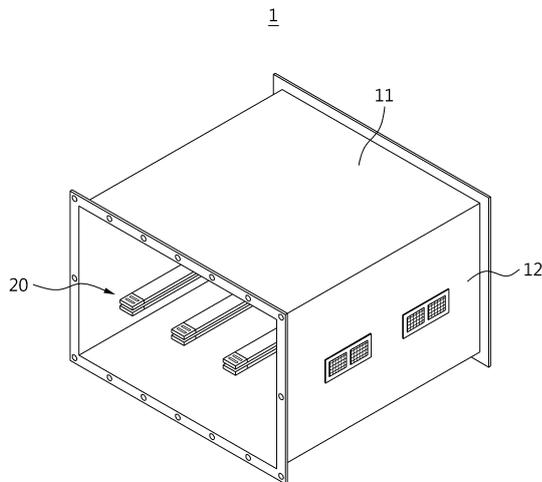
심사관 : 김은경

(54) 발명의 명칭 와류 손실 저감 버스 덕트

(57) 요약

본 발명은 하이브리드형 외함을 이용한 와류 손실 저감 버스 덕트를 개시한다. 일 실시예에 의한 버스 덕트는, 적어도 일 부분이 비자성체로 형성되고, 다른 부분은 자성체로 형성되는 외함; 및 상기 외함 내부에 수용되며, 전류가 흐르는 버스바를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013B7197010102

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국교통대학교 산학협력단

연구사업명 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업

연구과제명 선도대학링크사업-고효율·고신뢰성의 Bus duct 설계기술 개발 연구

기 여 율 1/1

주관기관 한국연구재단

연구기간 2013.08.20 ~ 2013.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 일 부분이 비자성체로 형성되고, 다른 부분은 자성체로 형성되는 외함; 및

상기 외함 내부에 수용되며, 전류가 흐르는 버스바;

를 포함하고,

상기 버스바에 전류가 흐르면 상기 버스바 주변에 자기장이 발생하고, 상기 외함에서 비자성체로 형성되는 부분은 자기장이 가장 크게 발생하는 부분을 포함하며,

상기 외함의 내부에는 상기 버스바가 수용될 수 있는 중공부가 형성되고, 상기 외함의 단면은 속이 빈 직사각형으로 형성되고,

상기 버스바는 적어도 하나 이상 구비되며, 납작한 직육면체 형상의 도체로 형성되며,

상기 외함은 양측면이 비자성체로 형성되거나, 상면 및 하면이 비자성체로 형성되고,

상기 외함의 양측면이 비자성체로 형성되는 경우에는 상기 버스바의 납작한 면이 상기 외함의 상면 및 하면과 마주하도록 배치되며, 상기 외함의 상면 및 하면이 비자성체로 형성되는 경우에는 상기 버스바의 납작한 면이 상기 외함의 양측면과 마주하도록 배치되는 와류 손실 저감 버스덕트.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 외함에서 비자성체로 형성되는 부분은 스테인리스스틸 또는 알루미늄 재질로 형성되고, 자성체로 형성되는 부분은 스틸 재질로 형성되는 와류 손실 저감 버스덕트.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 버스바의 납작한 면이 상기 외함의 상면 및 하면과 기설정된 각도를 이루며 경사지게 설치되는 와류 손실 저감 버스덕트.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 와류 손실을 저감하는 버스 덕트에 관한 것이고, 보다 상세하게는 버스 덕트의 버스 바를 수용하는 외함에서의 온도 상승을 최소화하기 위해, 외함의 일부분을 비자성체로 형성하는 버스 덕트에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 버스 덕트(BUS DUCT)는 구리 재질의 버스바를 이용하여 공장이나 빌딩 등에서 전기실로부터 단위 배전영역으로 대용량을 전력을 공급한다. 특히, 버스 덕트 내부를 지나가는 다수의 버스바 사이의 간격을 띄워서 주변 공기에 의해 절연을 수행하는 공기 절연 방식이 주로 사용되며, 버스바는 외함으로 둘러싸여 있다. 버스 덕트는 산업 시설 및 빌딩의 대형화에 따른 전력 계통의 안전성을 확보하는데 있어서 양질의 전기 에너지를 효율적으로 공급할 수 있는 전력기기이다. 버스 덕트에서 전류를 이송하는 도선에 해당하는 것이 버스바이며, 버스바에는 대 전류가 통전된다. 버스바에 대 전류가 흐르면 이에 상응하는 고자기장이 발생하며, 이러한 고자기장은 버스바를 둘러싸는 외함에 와전류를 발생시키게 된다. 이러한 와전류는 버스 덕트의 외함에 열을 생성하고 온도를 상승시킬 수 있다.

[0003] 이와 같은 버스 덕트에서의 발열은 버스바의 송전 용량을 제한시키는 문제점이 있었다.

[0004] 특히, 버스 덕트의 외함은 원가가 비교적 저렴한 스틸(steel)을 사용하는데, 스틸은 자성체로서 자기장을 가두는 작용을 하여 외함에 자기장을 밀집시키고, 이러한 자기장에 의하여 와전류가 발생하게 되어 열 손실이 발생하는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 제작 비용은 저렴하게 하면서 발열 및 손실을 줄일 수 있는 버스 덕트를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 와류 손실 저감 버스 덕트는, 적어도 일 부분이 비자성체로 형성되고, 다른 부분은 자성체로 형성되는 외함; 및 상기 외함 내부에 수용되며, 전류가 흐르는 버스 바를 포함할 수 있다.

[0007] 또한, 상기 버스바에 전류가 흐르면 상기 버스바 주변에 자기장이 발생하고, 상기 외함에서 비자성체로 형성되는 부분은 자기장이 가장 크게 발생하는 부분을 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 외함의 내부에는 상기 버스바가 수용될 수 있는 중공부가 형성되고, 상기 외함의 단면은 속이 빈 직사각형으로 형성될 수 있다.

[0009] 또한, 상기 외함에서 비자성체로 형성되는 부분은 스테인리스스틸 또는 알루미늄 재질로 형성되고, 자성체로 형성되는 부분은 스틸 재질로 형성될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 버스바는 적어도 하나 이상 구비되며, 납작한 직육면체 형상의 도체로 형성될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 버스바의 납작한 면이 상기 외함의 상면 및 하면과 마주하는 경우에는 상기 외함의 양측면이 비자성체로 형성될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 버스바의 납작한 면이 상기 외함의 양 측면과 마주하는 경우에는 상기 외함의 상면 및 하면이 비자성체로 형성될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 버스바의 납작한 면이 상기 외함의 상면 및 하면과 기설정된 각도를 이루며 경사지게 설치될 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 의하면, 버스 덕트의 외함에서 자기장이 비교적 크게 발생하는 부분을 비자성체로 형성함으로써, 버스덕트의 외함에서 발생하는 발열 및 손실을 저감시킬 수 있다.

[0015] 또한, 버스 덕트의 외함 전체를 비자성체로 형성하는 것보다 버스 덕트의 외함 가운데 자기장이 크게 발생하는

부분을 주로 비자성체로 형성하여 제작 비용은 크게 늘어나지 않으면서 버스덕트 외함에서 발생하는 발열 및 손실을 줄일 수 있다.

[0016] 또한, 버스 덕트의 외함에서 발생하는 열 손실이 줄어들어 따라 구조적으로 버스 덕트의 안정성이 향상되고, 에너지 효율성이 증가될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 버스 덕트의 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 버스 덕트의 단면도이다.
- 도 3은 종래의 버스 덕트 버스바에 대전류 통전 시 자기장 분포를 도시하는 도면이다.
- 도 4는 종래의 버스 덕트 외함의 손실에 의해 발생한 열 분포를 도시하는 도면이다.
- 도 5는 종래의 버스 덕트 외함에서의 손실 분포를 도시하는 도면이다.
- 도 6은 버스 덕트에서 외함 재질에 따른 최대 자기장 값을 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 버스 덕트에서 외함 재질에 따른 와류 손실 값을 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 의한 버스 덕트의 자기장 분포를 도시하는 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 의한 개선된 버스 덕트와 종래의 버스 덕트의 최대 자기장 값을 나타내는 그래프이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 의한 버스 덕트의 손실 분포를 도시하는 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 의한 버스 덕트와 종래의 버스 덕트의 손실 값을 나타내는 그래프이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 의한 버스 덕트에 적용된 버스바의 배치 모양을 도시하는 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 일 실시예에 의한 버스바의 각도에 따른 버스 덕트의 손실값을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명의 사상이 그와 같은 실시예에 제한되지 않고, 본 발명의 사상은 실시예를 이루는 구성요소의 부가, 변경 및 삭제 등에 의해서 다르게 제안될 수 있을 것이나, 이 또한 발명의 사상에 포함되는 것이다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 버스 덕트의 사시도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 버스 덕트의 단면도이다.
- [0020] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 버스 덕트(1)는 외함(10)과, 버스바(20)를 포함한다.
- [0021] 외함(10)은 버스 덕트(1)의 외관을 형성하며, 버스바(20)를 수용하여 외부로부터 보호할 수 있다.
- [0022] 외함(10)은 길게 연장되는 직육면체 형상, 즉 덕트 형상으로 형성될 수 있고, 외함(10)의 내부에는 버스바(20)가 수용될 수 있는 빈 공간인 중공부가 형성될 수 있다. 외함(10)은 얇은 두께로 형성되어, 내부에 버스바(20)가 수용될 수 있는 공간이 충분히 크게 형성될 수 있다.
- [0023] 외함(10)은 내부의 버스바(20)를 보호하는 역할을 하므로, 비교적 강도가 큰 금속 재질로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0024] 외함(10)에는 버스바(20)에 흐르는 전류에 의하여 발생하는 자기장에 의하여 와전류가 발생할 수 있다. 외함(10)에 발생하는 와전류는 열을 발생하여 외함(10)의 온도를 상승시킬 수 있다. 외함(10)에서의 이러한 발열은 버스바(20)의 송전 용량을 제한하는 것은 상술하였다.
- [0025] 외함(10)이 자성체로 형성되면, 버스바(20)에 흐르는 전류에 의하여 발생하는 자기장이 외함(10), 즉 상기 자성체에 갇힐 수 있다. 이러한 자기장에 의하여 외함(10)에 흐르는 와전류가 발생할 수 있고, 이러한 와전류는 외함(10)에 열을 발생시킬 수 있기 때문에, 외함(10) 가운데 자기장이 많이 발생하는 부분은 스틸(steel) 등의 자성체가 아닌 스테인리스 스틸(stainless steel) 등의 비자성체로 형성되는 것이 바람직하다. 이와 같이, 외함

(10)의 일부를 비자성체로 제작함으로써 와전류를 감소시킬 수 있다. 물론, 외함(10) 전체가 비자성체로 형성되면 가장 바람직하겠지만, 일반적으로 스테인리스 스틸(stainless steel) 등의 비자성체가 스틸 등의 자성체에 비하여 가격이 비싸기 때문에, 외함(10) 전체가 비자성체로 형성되면 버스 덕트(1)의 가격 및 설치 비용이 너무 비싸지는 문제가 있다. 일례로, 비자성체인 스테인리스 스틸의 가격은 자성체인 스틸의 가격의 대략 3배 이상 비싸다.

[0026] 따라서, 외함(10)에서 다른 부분보다 큰 자기장이 발생하는 부분만 비자성체 재질로 제작하고, 비교적 작은 자기장이 발생하는 부분은 자성체 재질로 형성하는 것이 버스 덕트(1)의 제작 원가는 크게 높이지 않으면서, 외함(10)에서 발생하는 와류 손실을 크게 줄일 수 있는 효과가 있다.

[0027] 다시 말해, 외함(10)은 일 부분이 비자성체로 형성되고, 다른 부분은 자성체로 형성될 수 있다. 외함(10)에서 비자성체로 형성되는 부분은 스테인리스스틸 또는 알루미늄 재질로 형성될 수 있으며, 자성체로 형성되는 부분은 스틸 재질로 형성될 수 있다. 버스바(20)는 납작한 직육면체의 막대 형상으로 형성될 수 있고, 외함(10) 내부에서 길게 연장될 수 있다.

[0028] 버스바(20)는 대전류를 통전시킬 수 있고, 전력을 수전 및 배전하는 변전기에서 배전반까지 혹은, 배전반에서 배전반으로의 전기공급이 이루어지는 경로에서 전기를 원활하게 공급할 수도 있다. 버스바(20)는 구리 등의 전류가 흐를 수 있는 도체로 형성될 수 있다.

[0029] 버스바(20)는 외함(10)의 내부에 적어도 하나 이상 수용될 수 있고, 각각의 버스바(20)는 서로 기설정된 간격만큼 이격되어 배치될 수 있다. 일례로, 도 2를 참조하면 세 개의 버스바(20), 즉 제1 내지 제3 버스바(21, 22, 23)가 기설정된 간격만큼 이격되어 배치된 것을 확인할 수 있다.

[0030] 또한, 제1 내지 제3 버스바(21, 22, 23) 각각은 두 개의 서로 평행하는 납작한 직육면체로 구성되는 2 병렬 구조로 설치될 수 있다. 상세히, 제1 버스바(21)는 상부 연장부(211) 및 상부 연장부(211)와 기설정된 간격만큼 이격되어 아래에 위치하는 하부 연장부(212)를 포함할 수 있다. 제2 및 제3 버스바(22, 23)도 제1 버스바(21)와 같은 상부 연장부 및 하부 연장부로 구성될 수 있음은 물론이다.

[0031] 도 2를 참조하면, 제1 버스바(21)의 상부 연장부(211) 및 하부 연장부(212)는 외함(10)의 상하면(11)과 평행하게 배치되고, 외함(10)의 측면(12)과 수직하게 배치될 수 있다.

[0032] 버스바(20)에 전류가 흐르게 되면, 버스바(20) 주변에 흐르는 전류에 상응하는 자기장이 발생하게 되고, 이러한 자기장은 외함(10)에 와전류를 발생시켜 온도가 상승하는 원인이 된다. 따라서, 버스바(20)에 전류가 흐를 때, 외함(10)에서 자기장이 크게 발생하는 부분을 비자성체로 형성함으로써 자기장을 감소시킬 수 있고, 자기장으로 인해 발생하는 와전류 또한 감소시킬 수 있는 것은 상술한 바와 같다.

[0033] 도 1 및 도 2와 같이 버스바(20)의 상부 연장부 및 하부 연장부가 외함(10)의 상하면(11)과 평행하게 배치되고, 외함(10)의 양 측면(12)과 수직하게 배치되는 경우, 즉 버스바(20)의 납작한 면이 외함(10)의 상하면과 마주하는 경우에, 실험에 따르면 외함(10)의 양 측면(12)이 외함(10)의 상하면(11)에 비하여 와류 손실이 크게 발생하는 것을 확인할 수 있다.

[0034] 따라서, 버스바(20)의 상부 연장부 및 하부 연장부가 외함(10)의 상하면(11)과 평행하게 배치되고, 외함(10)의 양 측면(12)과 수직하게 배치되는 경우, 외함(10)의 양 측면(12), 즉 우측면 및 좌측면을 비자성체로 형성하고, 외함(10)의 상하면(11)을 자성체로 형성하는 것이 바람직하다. 이에 대한 자세한 설명은 후술한다.

[0035] 이와 반대로, 버스바(20)의 납작한 면이 외함(10)의 양 측면과 마주하는 경우에는 외함(10)의 상면 및 하면이 양 측면에 비하여 와류 손실이 크게 발생하는 것을 확인할 수 있다.

[0036] 따라서, 버스바(20)의 상부 연장부 및 하부 연장부가 외함(10)의 양 측면(12)과 평행하게 배치되고, 외함(10)의 상하면(11)과 수직하게 배치되는 경우, 외함(10)의 상하면(11), 즉 상면 및 하면을 비자성체로 형성하고, 외함(10)의 양 측면(12)을 자성체로 형성하는 것이 바람직하다.

[0037] 도 3은 종래의 버스 덕트의 버스바에 대전류 통전 시 자기장 분포를 도시하는 도면이다.

[0038] 도 3을 참조하면, 종래와 같이 버스 덕트의 외함 전체가 자성체로 형성되는 경우 버스바에 전류가 흐를 때의 버스 덕트 내부의 자기장 분포를 확인할 수 있다.

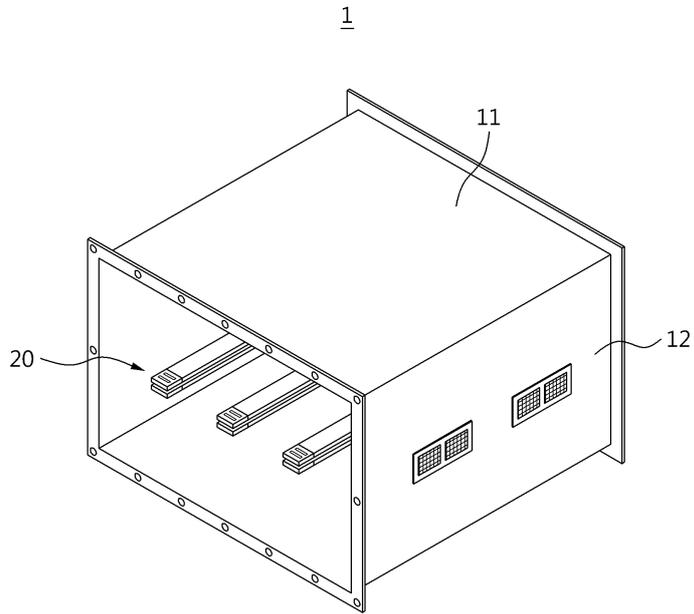
[0039] 버스 덕트의 외함 전체가 스틸과 같은 자성체로 형성되고, 외함의 단면이 직사각형 형상으로 형성되며, 버스바가 외함의 상하면과 평행하여 배치되는 경우, 버스바 주변 및 버스바 사이의 공간에 자기장이 많이 분포하는 것

을 확인할 수 있고, 특히 외함의 상면이나 하면보다 양 측면에 자기장이 더 크게 분포하는 것을 확인할 수 있다.

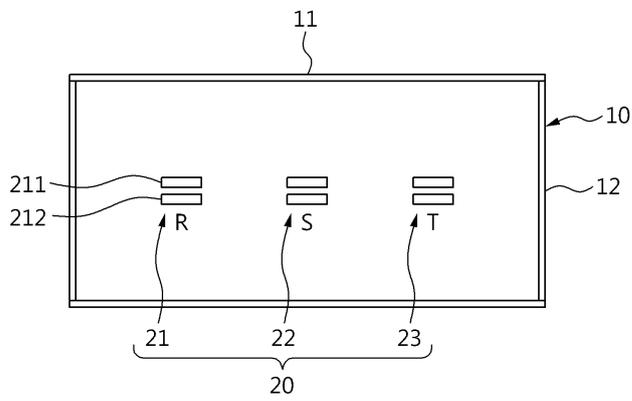
- [0040] 도 4는 종래의 버스 덕트 외함의 손실에 의해 발생한 열 분포를 도시하는 도면이고, 도 5는 종래의 버스 덕트 외함에서의 손실 분포를 도시하는 도면이다.
- [0041] 도 4 및 도 5를 참조하면, 스틸 등의 자성체로 형성된 외함의 손실에 의한 열 분포 및 와류 손실 분포를 알 수 있다.
- [0042] 버스바에 전류가 흐를 때 생성되는 고자기장에 의한 와전류가 외함에 흘러서 외함에 열을 발생시키게 된다. 이때, 상기 외함의 양 측면, 즉 우측면 및 좌측면에서 외함의 상면 및 하면보다 더 많은 열이 발생하는 것을 확인할 수 있다.
- [0043] 또한, 외함의 모든 면이 스틸 등의 자성체로 형성되는 경우, 도 5를 참조하면 와전류에 의해 외함의 양 측면부에서 상하면보다 더 많은 와류 손실, 즉 전력 손실이 발생하는 것을 확인할 수 있다.
- [0044] 도 6은 버스 덕트에서 외함 재질에 따른 최대 자기장 값을 나타내는 그래프이다.
- [0045] 도 6을 참조하면, 버스바의 상부 연장부 및 하부 연장부가 외함의 상하면과 평행하게 배치되고, 외함의 양 측면과 수직하게 배치되는 경우, 외함의 재질에 따른 버스 덕트의 최대 자기장 값을 비교할 수 있다. 외함의 재질을 자성체인 스틸인 경우에는 최대 약 0.9[T]의 자기장 값이 발생하는 것으로 나타나지만, 외함 재질이 비자성체인 스테인리스스틸을 사용했을 경우에는 최대 자기장 값이 0.3[T]보다 작게 측정되어 외함 재질이 자성체인 경우보다 훨씬 작은 값으로 나타나는 것을 확인할 수 있다.
- [0046] 도 7은 버스 덕트에서 외함 재질에 따른 와류 손실 값을 나타내는 그래프이다.
- [0047] 도 7을 참조하면, 버스바의 상부 연장부 및 하부 연장부가 외함의 상하면과 평행하게 배치되고, 외함의 양 측면과 수직하게 배치되는 경우, 버스 덕트의 버스바에 대전류가 흐를 때, 버스 덕트의 외함의 각 부분에 대한 손실 값을 확인할 수 있다.
- [0048] 외함을 스틸 재질의 자성체로 사용할 경우 좌, 우측의 전력 손실 값이 상, 하부 측의 전력 손실 값에 비해 큰 것으로 나타나며, 이는 스테인리스스틸 재질의 비자성체를 사용할 경우에도 동일하다. 그러나, 스테인리스스틸 재질의 비자성체를 사용할 경우 전체적인 손실 값이 자성체를 사용했을 때 보다 작게 나타나는 것을 확인할 수 있다.
- [0049] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 의한 버스 덕트의 자기장 분포를 도시하는 도면이다.
- [0050] 도 8을 참조하면, 도 3과 비교하였을 때, 외함이 자성체로만 형성된 종래의 버스 덕트의 최대 자기장 값이 약 0.996[T], 측면에서의 최대 자기장 값이 약 0.846[T]인 것에 반하여, 외함 재질을 비자성체와 자성체를 모두 사용하는 하이브리드(Hybrid) 형식으로 형성된 버스 덕트의 최대 자기장 값이 약 0.396[T], 측면에서의 최대 자기장 값이 약 0.0158[T]로 더 작은 것을 알 수 있다.
- [0051] 따라서, 버스바의 상부 연장부 및 하부 연장부가 외함의 상하면과 평행하게 배치되고, 외함의 양 측면과 수직하게 배치되는 조건 하에서, 버스 덕트의 외함의 양 측면이 비자성체로 형성되는 경우가 외함 전체가 자성체로 형성되는 경우보다 버스 덕트 내부의 최대 자기장 값 및 양 측면에서의 최대 자기장 값이 크게 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이와 같이, 버스 덕트의 최대 자기장 값이 감소하면, 와류 손실이 감소하여 버스바의 송전용량이 증가되는 효과가 있다.
- [0052] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 의한 개선된 버스 덕트와 종래의 버스 덕트의 최대 자기장 값을 나타내는 그래프이다.
- [0053] 도 9를 참조하면, 스틸 재질을 사용하는 일반 버스 덕트에 비해 비자성체와 자성체를 혼합해 사용하는 하이브리드(Hybrid) 형식의 버스 덕트가 최대 자기장 값이 더 작은 것으로 나타난다.
- [0054] 보다 상세히, 외함의 재질을 스틸 재질만을 사용하는 버스 덕트에 비하여, 외함의 재질을 비자성체와 자성체를 함께 사용하는 하이브리드 형식의 버스 덕트가 최대 자기장 값이 대략 0.61[T] 정도 감소한 것을 확인할 수 있다.
- [0055] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 의한 버스 덕트의 손실 분포를 도시하는 도면이고, 도 11은 본 발명의 일 실시예에 의한 버스 덕트와 종래의 버스 덕트의 손실 값을 나타내는 그래프이다.
- [0056] 도 10 및 도 11을 참조하면, 스틸 재질의 자성체만으로 외함이 형성된 종래의 버스 덕트에 비해 외함의 재질을

도면

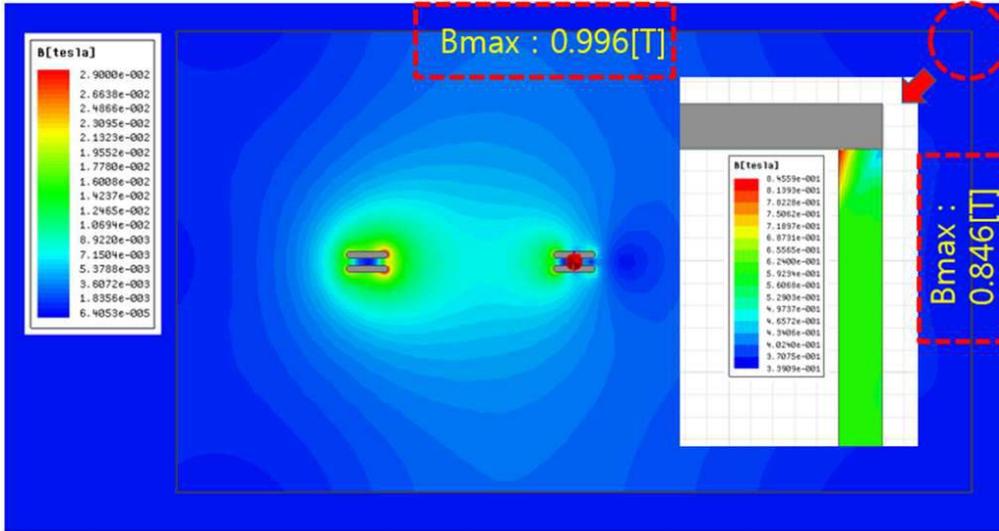
도면1



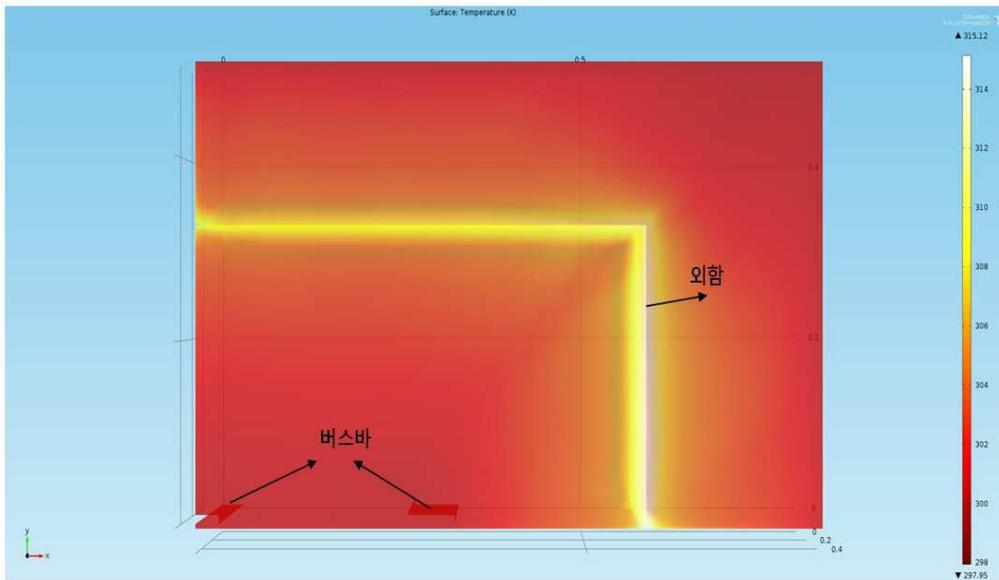
도면2



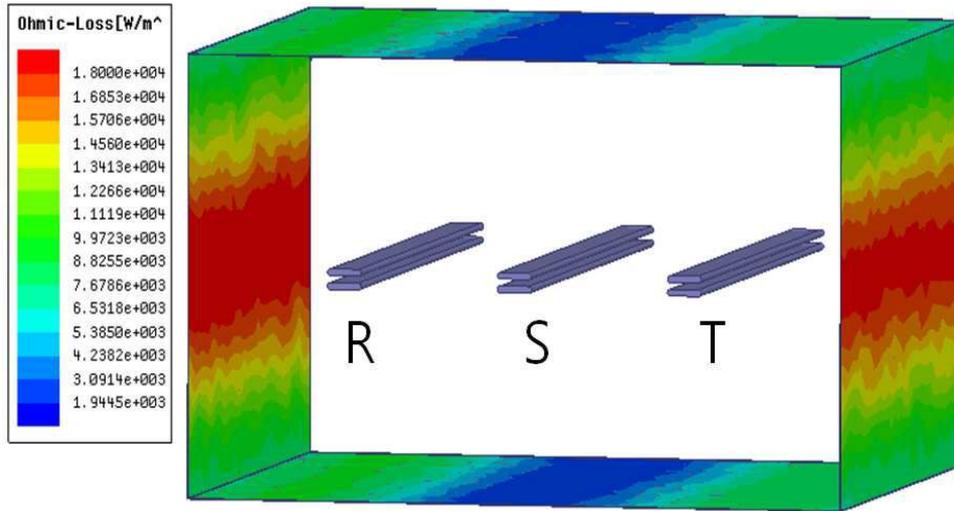
도면3



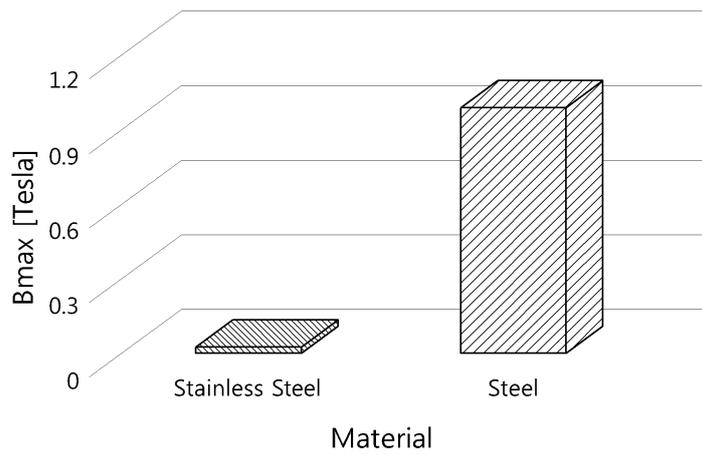
도면4



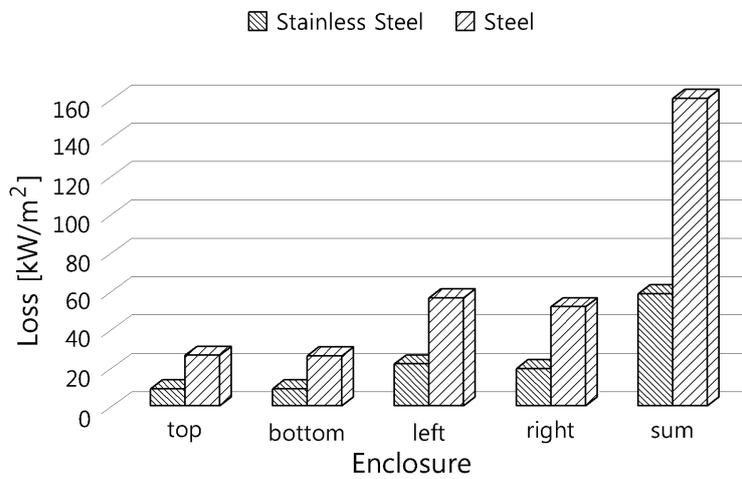
도면5



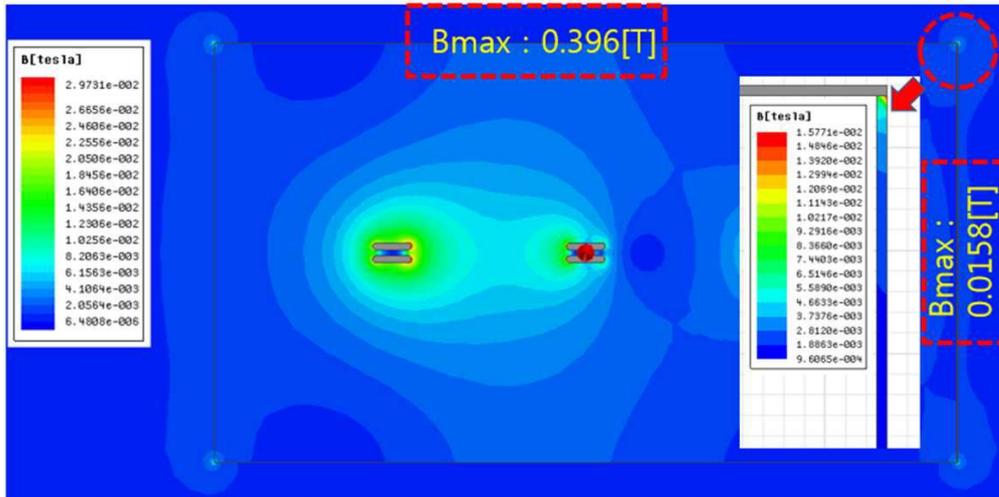
도면6



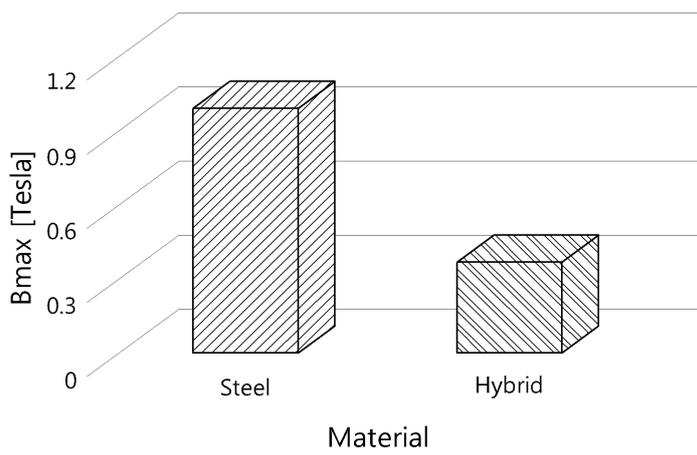
도면7



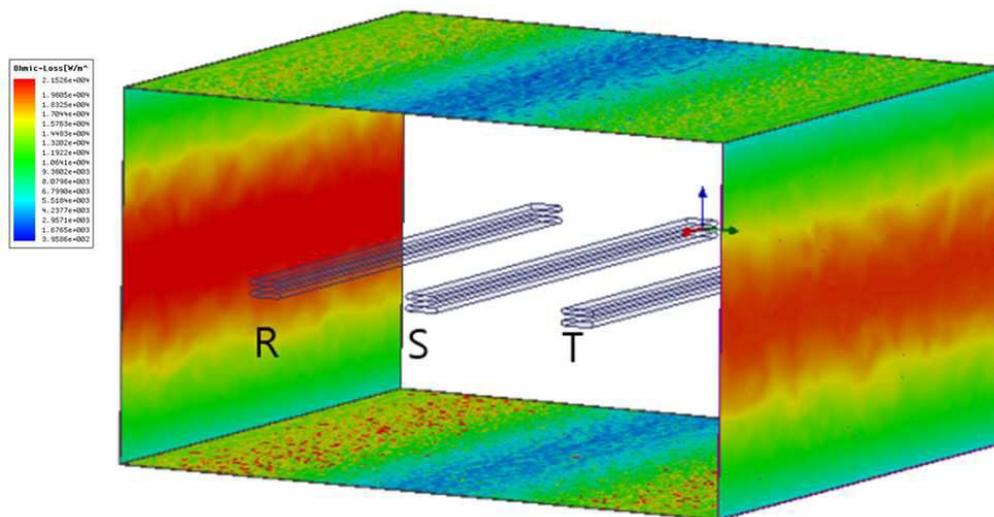
도면8



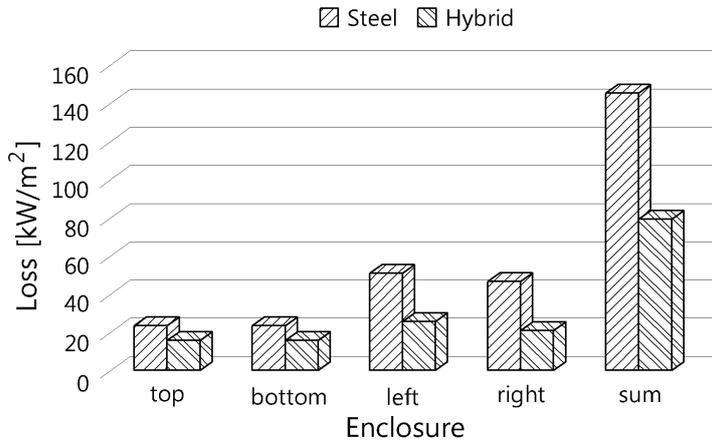
도면9



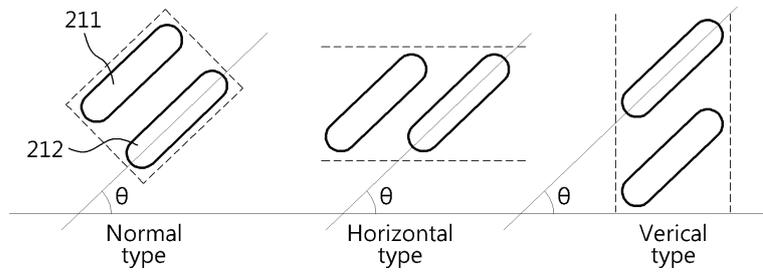
도면10



도면11



도면12



도면13

