



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ 1-0049320
(51)^{2020.01} H01B 9/00; H01B 7/18; H01B 13/02; (13) B
H01B 5/10
-

- (21) 1-2020-05378 (22) 05/03/2019
(86) PCT/US2019/020855 05/03/2019 (87) WO/2019/173414 12/09/2019
(30) 62/638,436 05/03/2018 US
(45) 25/07/2025 448 (43) 25/03/2021 396A
(73) CTC GLOBAL CORPORATION (US)
2026 McGaw Avenue, Irvine, California 92614, United States of America
(72) BOSZE, Eric J. (US); WEBB, William (US); PILLING, Douglas A. (US); WONG,
Christopher (US).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)
-

- (54) CẤP ĐIỆN TRÊN KHÔNG VÀ PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO CẤP ĐIỆN TRÊN
KHÔNG, ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI ĐIỆN TRÊN KHÔNG VÀ PHƯƠNG
PHÁP LẮP ĐẶT ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI ĐIỆN TRÊN KHÔNG

(21) 1-2020-05378

(57) Sáng chế đề cập đến cáp điện trần trên không và phương pháp chế tạo cáp điện trần trên không, đường dây truyền tải điện trên không và phương pháp lắp đặt đường dây truyền tải điện trên không. Cáp điện này bao gồm thành phần chịu lực trung tâm và ít nhất hai lớp dẫn điện bao quanh thành phần chịu lực, hai lớp dẫn điện này được tạo thành lần lượt từ các sợi dẫn điện thứ nhất và thứ hai. Các sợi dẫn điện thứ nhất được tạo thành từ vật liệu nhôm thứ nhất và các sợi dẫn điện thứ hai được tạo thành từ vật liệu nhôm thứ hai, trong đó vật liệu nhôm thứ hai có ít nhất một đặc tính vật liệu khác với cùng đặc tính vật liệu đó của vật liệu nhôm thứ nhất. Ví dụ, các sợi dẫn điện thứ hai có thể được tạo thành từ vật liệu nhôm có độ dẫn điện thấp hơn nhưng có độ cứng cao hơn vật liệu nhôm thứ nhất. Kết cấu như vậy có thể hữu ích khi cáp điện trần trên không được lắp đặt ở vùng địa lý chịu tải trọng băng dày.

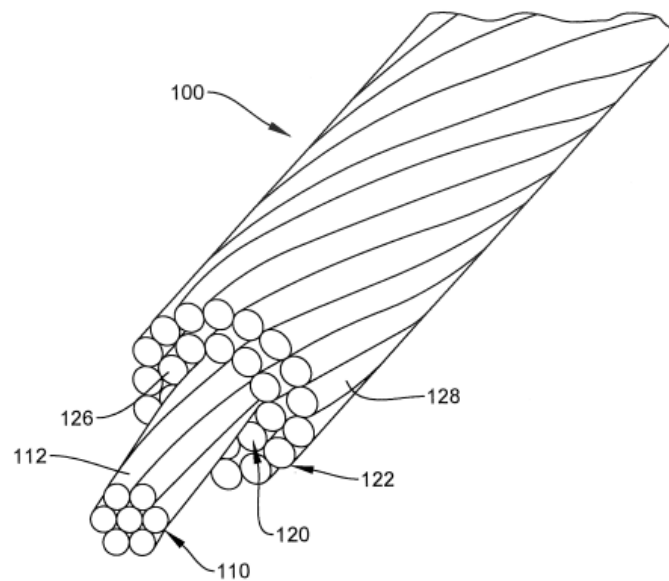


FIG. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực cáp điện trên không để truyền tải và phân phối điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cáp điện trên không để truyền tải và phân phối điện thường bao gồm dây dẫn điện trần bằng nhôm có đường kính đủ (ví dụ, diện tích mặt cắt ngang) để truyền tải điện an toàn ở điện áp cao. Mặc dù nhôm có tỉ lệ độ dẫn điện trên khối lượng cao, nhưng một số hợp kim nhôm quá yếu để có thể tự đỡ khi mắc giữa các cấu trúc đỡ (ví dụ, giữa các trụ tháp), dẫn đến tình trạng võng dây lớn và phải sử dụng thành phần chịu lực trung tâm để đỡ dây dẫn nhôm. Theo một kết cấu điển hình, các sợi dẫn điện kim loại riêng lẻ (ví dụ nhôm) được bện xoắn xung quanh và đỡ bởi thành phần chịu lực trung tâm. Khi được lắp đặt, thành phần chịu lực này chịu phần lớn tải trọng cơ học (ví dụ lực kéo căng) và được lắp đặt trong tình trạng chịu tải kéo lớn. Thông thường, thành phần chịu lực bao gồm nhiều sợi thép được xoắn với nhau, một kết cấu dây cáp được gọi là dây nhôm lõi thép gia cường (aluminum conductor steel reinforced - ACSR). Gần đây, các vật liệu khác đã được sử dụng cho thành phần chịu lực, chẳng hạn như vật liệu tổng hợp được gia cường bằng sợi cải tiến có độ bền kéo cao, hệ số giãn nở nhiệt (coefficient of thermal expansion - CTE) thấp và các đặc tính nhiệt và cơ học mong muốn khác.

Một ví dụ về cáp điện trên không có thành phần chịu lực tổng hợp là cáp điện trên không ACCC[®] có bán bởi công ty CTC Global Corporation thuộc Irvine, CA, Mỹ. Xem, ví dụ, patent Mỹ số 7,368,162 của Hiel và cộng sự, được đưa vào đây bằng cách viện dẫn toàn bộ. Việc sử dụng các thành phần chịu lực tổng hợp như vậy có lợi cho việc sử dụng nhôm được tôi hoàn toàn có độ dẫn điện cao được tôi cho các sợi dẫn điện bên ngoài. Môđun đàn hồi của các sợi cacbon được sử dụng trong thành phần chịu lực tổng hợp ACCC[®] cao hơn môđun đàn hồi của thép (khoảng 235 GPa đối với sợi cacbon so với

khoảng 200 GPa đối với thép). Tuy nhiên, trong thành phần chịu lực tổng hợp ACCC®, lớp sợi thủy tinh bên ngoài (modun đàn hồi khoảng 45,6 GPa) bao quanh cacbon tạo ra modun kết hợp của thành phần chịu lực tổng hợp ACCC® khoảng GPa, thấp hơn thép. Lớp sợi thủy tinh bên ngoài này được sử dụng để cải thiện khả năng chống va đập và gia tăng độ đàn hồi của dây dẫn, đồng thời cũng dùng để cách điện các sợi cacbon với các sợi nhôm để ngăn chặn ăn mòn điện hóa.

Một số tiêu chí thiết kế được đưa vào kết cấu của cáp điện trên không, và các tiêu chí thiết kế này thường phụ thuộc vào khí hậu địa phương tại vị trí mà cáp điện được lắp đặt. Ví dụ, khi cáp điện được lắp đặt ở các vùng có khí hậu lạnh, nơi thường xảy ra hiện tượng băng tuyết, trong điều kiện tải trọng thấp hoặc ngắt đường truyền khi có ít hoặc không có dòng điện chạy qua cáp điện trần trên không, do thiếu nhiệt vốn thường xuất hiện trong điều kiện hoạt động thường xuyên, băng có thể tích tụ trên bề mặt của dây dẫn bên ngoài. Các tiện ích điện trong các khu vực băng rất dày sử dụng độ dày của băng lên đến 2 in (50 mm) để tính toán trọng lượng của dây dẫn bị phủ băng. Trọng lượng băng tích tụ tăng thêm sẽ làm tăng sức kéo căng trên cáp và có thể gây ra sự gia tăng đáng kể độ võng của cáp, tức là tăng khoảng cách theo chiều dọc giữa các điểm đỡ và điểm thấp nhất của cáp. Cáp điện trần trên không cao thể thường đi qua đường, cây cối và/hoặc cáp phân phối điện trên không hạ thế. Nếu các cáp truyền tải điện cao thế này bị phủ băng và võng xuống quá gần các vật thể này, chúng sẽ trở nên rất nguy hiểm và có thể dẫn đến hư hỏng và kéo theo ngừng cung cấp điện.

Đồng thời, cáp điện trên không cũng phải có khả năng truyền tải một cách an toàn các tải điện gia tăng (ví dụ, tăng điện áp) trong những tháng hè nóng hơn khi nhu cầu điện ở mức cao nhất. Việc tải điện gia tăng như vậy có thể làm tăng nhiệt độ của cáp (do đốt nóng điện trở), làm cho cáp bị giãn nở nhiệt (dài ra) và võng xuống đất, tạo ra các vấn đề tương tự có thể gặp phải do tải băng.

Một giải pháp cho những vấn đề này là sử dụng các trụ tháp cao hơn để đỡ cáp. Tuy nhiên giải pháp này kéo theo việc gia tăng chi phí. Một giải pháp khác cho vấn đề tải băng là sử dụng các thành phần chịu lực có độ bền kéo rất cao, chẳng hạn như các thành

phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi, và lắp đặt cáp giữa các cấu trúc đỡ với sức kéo căng rất cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Việc chịu tải bằng nặng có thể gây ra sự kéo giãn vĩnh viễn của cáp điện trên không. Hậu quả của việc gia tăng sức kéo lên cáp do thêm trọng lượng băng là cáp có thể bị kéo giãn vượt quá điểm giới hạn ban đầu của nó, điều này có thể khiến nó không trở lại được tình trạng võng hoặc căng ban đầu sau khi băng tan. Độ đàn hồi được cải thiện của thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi, chẳng hạn như thành phần chịu lực ACCC® cho phép cáp trở lại tình trạng căng và võng ban đầu sau khi tải băng tan.

Có nhu cầu về cáp điện trên không có thành phần chịu lực tổng hợp có khả năng sử dụng trong cả điều kiện chịu tải bằng nặng và điều kiện dòng điện rất cao, đồng thời mang lại những lợi ích khác liên quan đến việc sử dụng thành phần chịu lực tổng hợp.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất cáp điện trên không như vậy. Cáp điện trên không này bao gồm thành phần chịu lực và lớp dẫn điện thứ nhất bao quanh thành phần chịu lực, trong đó lớp dẫn điện thứ nhất bao gồm các sợi vật liệu nhôm thứ nhất. Lớp dẫn điện thứ hai bao quanh lớp dẫn điện thứ nhất, trong đó lớp dẫn điện thứ hai bao gồm các sợi vật liệu nhôm thứ hai. Vật liệu nhôm thứ hai có ít nhất một đặc tính vật liệu khác với cùng đặc tính vật liệu đó của vật liệu nhôm thứ nhất.

Cáp điện trên không nói trên có thể được mô tả là có các cải tiến về tính năng và/hoặc các tính năng bổ sung, mà có thể được thực hiện riêng lẻ hoặc kết hợp bất kỳ. Theo một đặc trưng, đặc tính vật liệu khác nhau giữa vật liệu nhôm thứ nhất và thứ hai được lựa chọn từ nhóm các đặc tính bao gồm giới hạn chảy, mô đun đàn hồi, độ cứng, độ dẫn điện và độ bền kéo. Theo một đặc trưng cụ thể, một đặc tính vật liệu khác nhau là giới hạn chảy. Theo một cải tiến, vật liệu nhôm thứ hai có giới hạn chảy lớn hơn giới hạn chảy của vật liệu nhôm thứ nhất. Theo một đặc trưng cụ thể khác, đặc tính vật liệu khác nhau giữa vật liệu nhôm thứ nhất và thứ hai là độ bền kéo. Theo một cải tiến, vật liệu nhôm thứ hai có độ bền kéo nhỏ hơn độ bền kéo của vật liệu nhôm thứ nhất. Theo một

đặc trưng khác nữa, đặc tính vật liệu khác nhau giữa vật liệu nhôm thứ nhất và thứ hai là độ dẫn điện. Theo một cải tiến, vật liệu nhôm thứ hai có độ dẫn điện lớn hơn độ dẫn điện của vật liệu nhôm thứ nhất.

Theo một đặc trưng khác, ít nhất một trong số vật liệu nhôm thứ nhất và thứ hai có độ dẫn điện ít nhất khoảng 60% IACS (International Annealed Copper Standard- Tiêu chuẩn quốc tế về đồng được tôi). Theo một cải tiến khác, ít nhất một trong số vật liệu nhôm thứ nhất và thứ hai có độ dẫn điện ít nhất khoảng 62% IACS. Theo một cải tiến khác nữa, vật liệu nhôm thứ hai có độ dẫn điện ít nhất khoảng 62% IACS. Theo một đặc trưng khác, vật liệu nhôm thứ hai là hợp kim nhôm được tôi 1350-O. Theo một đặc trưng khác nữa, vật liệu nhôm thứ nhất là hợp kim nhôm được làm cứng. Theo một đặc trưng khác, vật liệu nhôm thứ nhất được lựa chọn từ hợp kim nhôm nhôm-zirconi (AlZr) và hợp kim nhôm 1350-H19.

Các sợi dẫn điện có thể có nhiều hình dạng mặt cắt ngang, bao gồm hình tròn, hình ovan và hình đa giác. Theo một đặc trưng khác, ít nhất một trong số sợi vật liệu nhôm thứ nhất và sợi vật liệu nhôm thứ hai là sợi hình thang. Theo một cải tiến khác, cả sợi vật liệu nhôm thứ nhất và sợi vật liệu nhôm thứ hai đều là sợi hình thang. Cáp điện trên không có thể bao gồm nhiều hơn hai lớp sợi dẫn điện. Theo một đặc trưng, cáp điện trên không bao gồm lớp dẫn điện thứ ba được đặt giữa lớp dẫn điện thứ nhất và lớp dẫn điện thứ hai. Theo một cải tiến, lớp dẫn điện thứ ba bao gồm các sợi dẫn điện bằng vật liệu nhôm thứ ba khác với vật liệu nhôm thứ nhất và khác với vật liệu nhôm thứ hai. Theo một cải tiến khác, lớp dẫn điện thứ ba bao gồm các sợi vật liệu nhôm thứ nhất. Theo một cải tiến khác nữa, lớp dẫn điện thứ ba bao gồm các sợi vật liệu nhôm thứ hai. Theo một đặc trưng khác nữa, cáp điện trên không bao gồm ít nhất lớp dẫn điện thứ tư được đặt giữa lớp dẫn điện thứ ba và lớp dẫn điện thứ hai.

Theo một đặc trưng khác, thành phần chịu lực bao gồm thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi. Theo một cải tiến, thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi bao gồm các sợi cacbon gia cường gần như liên tục được đặt trong nền gắn kết. Theo một cải tiến khác, thành phần chịu lực có đường kính không lớn hơn khoảng 30 mm. Theo một cải tiến khác, thành phần chịu lực có đường kính ít nhất là

khoảng 3 mm. Theo một đặc trưng khác, thành phần chịu lực có độ bền kéo giới hạn (ultimate tensile strength - UTS) ít nhất khoảng 1700 MPa.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp chế tạo cáp điện trên không. Phương pháp này bao gồm các bước quấn nhiều sợi thứ nhất bằng vật liệu nhôm thứ nhất lên thành phần chịu lực để tạo thành lớp dẫn điện thứ nhất và quấn nhiều sợi thứ hai bằng vật liệu nhôm thứ hai quanh lớp dẫn điện thứ nhất để tạo thành lớp dẫn điện thứ hai. Vật liệu nhôm thứ hai có ít nhất một đặc tính vật liệu có giá trị khác với giá trị của cùng đặc tính vật liệu đó của vật liệu nhôm thứ nhất.

Phương pháp nêu trên có thể được mô tả là có các cải tiến và/hoặc các bước bổ sung, mà có thể được thực hiện riêng lẻ hoặc kết hợp bất kỳ. Theo một đặc trưng, nhiều sợi thứ nhất bằng vật liệu nhôm thứ nhất có mặt cắt ngang hình thang. Theo một cải tiến, nhiều sợi thứ hai bằng vật liệu nhôm thứ hai có mặt cắt ngang hình thang.

Theo một đặc trưng khác, phương pháp bao gồm bước quấn nhiều sợi thứ ba bằng vật liệu nhôm thứ ba quanh lớp dẫn điện thứ nhất trước khi quấn các sợi dẫn điện thứ hai quanh lớp dẫn điện thứ nhất. Theo một cải tiến khác nữa, phương pháp bao gồm bước quấn nhiều sợi thứ tư bằng vật liệu nhôm thứ tư quanh lớp dẫn điện thứ nhất trước khi quấn các sợi dẫn điện thứ ba quanh lớp dẫn điện thứ nhất.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp lắp đặt đường dây truyền tải điện. Phương pháp này bao gồm các bước: mắc cáp điện trên không giữa ít nhất hai cấu trúc đỡ và tác động lực kéo căng lên cáp điện trên không. Trong khi cáp điện trên không chịu lực kéo căng tác động, đầu thứ nhất và đầu thứ hai của cáp điện trên không được siết chặt sao cho cáp điện trên không được đỡ ít nhất một phần bởi hai cấu trúc đỡ và được mắc với sức kéo căng tại vị trí được siết chặt. Cáp điện trên không bao gồm, thành phần chịu lực, lớp dẫn điện thứ nhất bao quanh thành phần chịu lực, lớp dẫn điện thứ nhất bao gồm các sợi vật liệu nhôm thứ nhất, và lớp dẫn điện thứ hai bao quanh lớp dẫn điện thứ nhất, lớp dẫn điện thứ hai bao gồm các sợi dẫn điện bằng vật liệu nhôm thứ hai khác với vật liệu nhôm thứ nhất, trong đó vật liệu nhôm thứ hai có ít nhất một đặc tính vật liệu khác với cùng đặc tính vật liệu đó của vật liệu nhôm thứ nhất.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 minh họa sơ đồ của cáp điện trên không theo phương án của sáng chế.

Fig.2 minh họa sơ đồ của cáp điện trên không theo phương án của sáng chế.

Fig.3 minh họa sơ đồ của cáp điện trên không theo phương án của sáng chế.

Fig.4 minh họa sơ đồ của cáp điện trên không theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo một phương án, sáng chế đề xuất cáp điện trần trên không. Cáp điện trên không bao gồm thành phần chịu lực, lớp dẫn điện thứ nhất bao quanh thành phần chịu lực và lớp dẫn điện thứ hai bao quanh lớp dẫn điện thứ nhất. Lớp dẫn điện thứ nhất bao gồm các sợi vật liệu dẫn điện thứ nhất và lớp dẫn điện thứ hai bao gồm các sợi vật liệu dẫn điện thứ hai. Vật liệu dẫn điện thứ hai có ít nhất một đặc tính vật liệu khác với (ví dụ, có giá trị khác với) cùng đặc tính vật liệu đó của vật liệu dẫn điện thứ nhất.

Fig.1 minh họa sơ đồ mặt cắt ngang của cáp điện trên không 100 theo một phương án của sáng chế. Như được minh họa trên Fig.1, thành phần chịu lực 110 bao gồm bảy chi tiết chịu lực riêng lẻ 112 (ví dụ, các thanh) được kết hợp (ví dụ, được quấn xoắn vào nhau) để tạo thành thành phần chịu lực 110. Các chi tiết chịu lực 112 có thể được chế tạo từ thép, trong trường hợp đó, cáp điện 100 sẽ được gọi là dây dẫn ACSR (dây dẫn nhôm lõi thép gia cường). Ngoài ra, các chi tiết chịu lực 112 có thể được chế tạo từ vật liệu tổng hợp, chẳng hạn như vật liệu tổng hợp bao gồm các sợi cấu trúc (ví dụ, gia cường) được đặt trong nền gắn kết, *tức là*, trong đó nền gắn kết các sợi cấu trúc với nhau để tạo thành vật liệu tổng hợp. Ví dụ về vật liệu tổng hợp này sẽ được thảo luận chi tiết hơn dưới đây.

Các sợi dẫn điện thứ nhất 126 và các sợi dẫn điện thứ hai 128 được chế tạo từ vật liệu dẫn điện, cụ thể là kim loại như đồng hoặc nhôm. Đối với cáp điện trần trên không, nhôm thường được ưu tiên do vật liệu này có độ dẫn điện tốt và tỷ trọng thấp (ví dụ, trọng lượng nhẹ). Như được thảo luận chi tiết hơn dưới đây, theo một phương án, lớp dẫn

điện thứ nhất 120 bao gồm các sợi 126 bằng vật liệu nhôm thứ nhất và lớp dẫn điện thứ hai 122 bao gồm các sợi 128 bằng vật liệu nhôm thứ hai, trong đó vật liệu nhôm thứ hai có ít nhất một đặc tính vật liệu khác với (ví dụ, có giá trị khác với) cùng đặc tính vật liệu đó của vật liệu nhôm thứ nhất.

Fig.2 minh họa bằng sơ đồ một kết cấu khác của cáp điện trên không 200. Như được minh họa trên Fig.2, thành phần chịu lực 210 cũng bao gồm bảy chi tiết chịu lực riêng lẻ 212 được kết hợp (ví dụ, quấn xoắn vào nhau) để tạo thành thành phần chịu lực 210, theo cách tương tự với phương án trên Fig.1. Các chi tiết chịu lực 212 có thể được chế tạo, ví dụ, từ thép hoặc vật liệu tổng hợp được gia cường, như được thảo luận trên Fig.1. Các sợi dẫn điện thứ nhất 226 và các sợi dẫn điện thứ hai 228 cũng được chế tạo từ vật liệu dẫn điện, như được thảo luận trên Fig.1. Như được thảo luận chi tiết hơn dưới đây, theo một phương án, lớp dẫn điện thứ nhất 220 bao gồm các sợi 226 bằng vật liệu nhôm thứ nhất và lớp dẫn điện thứ hai 222 bao gồm các sợi 228 bằng vật liệu nhôm thứ hai có ít nhất một đặc tính vật liệu khác với cùng đặc tính vật liệu đó của vật liệu nhôm thứ nhất. Phương án được minh họa trên Fig.2 khác với phương án được minh họa trên Fig.1 ở chỗ các sợi dẫn điện 226/228 có mặt cắt ngang đa giác (ví dụ, hình thang). Việc sử dụng mặt cắt đa giác như vậy cho phép tạo thành lớp dẫn điện 220/222 có mật độ cao hơn. Có nghĩa là, về cơ bản không có khe hở không khí giữa các sợi dẫn điện liền kề trong cùng một lớp dẫn điện hoặc giữa các lớp dẫn điện. Điều này cho phép giảm đường kính bên ngoài của cáp điện trên không 200 (ví dụ, nhỏ hơn) so với khi sử dụng các sợi dẫn điện tròn (Fig.1) đối với cùng một lượng nhôm hiệu quả. Đường kính bên ngoài nhỏ hơn có thể làm giảm khối lượng băng phủ trên cáp trên không trong quá trình xảy ra hiện tượng chịu tải băng. Có nghĩa là, cùng độ dày của băng trên cáp trên không có đường kính 0,8 in (2 cm) so với cáp có đường kính 1 in (2,54 cm) sẽ tạo ra khối lượng băng ít hơn và sức căng ít hơn trên cáp trên không hơn.

Fig.3 minh họa bằng sơ đồ một kết cấu khác nữa của cáp điện trên không 300. Như được minh họa trên Fig.3, các sợi dẫn điện thứ nhất 326 của lớp dẫn điện thứ nhất 320 và các sợi dẫn điện thứ hai 328 của lớp dẫn điện thứ hai 322 cũng được chế tạo từ vật liệu dẫn điện, như được thảo luận trên Fig.1, cụ thể là nhôm. Các sợi 326/328 có mặt cắt

ngang hình thang như được thảo luận trên Fig.2. Tương tự, lớp dẫn điện thứ nhất 320 bao gồm các sợi 326 bằng vật liệu nhôm thứ nhất và lớp dẫn điện thứ hai 322 bao gồm các sợi 328 bằng vật liệu nhôm thứ hai.

Như được minh họa trên Fig.3, thành phần chịu lực 310 bao gồm một chi tiết chịu lực duy nhất 312. Chi tiết chịu lực duy nhất 312 có thể được chế tạo, ví dụ, từ vật liệu tổng hợp được gia cường, như được thảo luận trên Fig.1. Phương án được minh họa trên Fig.3 cụ thể bao gồm chi tiết chịu lực duy nhất 312 có lõi bên trong 314 và lớp bên ngoài 316 bao quanh lõi bên trong 314. Chi tiết chịu lực này có thể bao gồm, ví dụ, lõi bên trong bao gồm sợi cacbon chịu lực cao và lớp bên ngoài bao gồm sợi thủy tinh, kết cấu được gọi là ACCC® và được cung cấp bởi CTC Global Corp., Irvine, CA, Hoa Kỳ. Xem patent Mỹ số 7,368,162 của Hiel và cộng sự, lưu ý ở trên.

Fig.4 minh họa bằng sơ đồ một kết cấu khác nữa của cáp điện trên không 400. Như được minh họa trên Fig.4, các sợi dẫn điện thứ nhất 426 của lớp dẫn điện thứ nhất 420 và các sợi dẫn điện thứ hai 428 của lớp dẫn điện thứ hai 422 cũng được chế tạo từ vật liệu dẫn điện, như được thảo luận trên Fig.1, cụ thể là nhôm và có mặt cắt ngang hình thang như được bàn luận trên Fig.2. Tương tự, lớp dẫn điện thứ nhất 420 bao gồm các sợi 426 bằng vật liệu nhôm thứ nhất và lớp dẫn điện thứ hai 422 bao gồm các sợi 428 bằng vật liệu nhôm thứ hai khác với vật liệu nhôm thứ nhất. Thành phần chịu lực 410 bao gồm một chi tiết chịu lực duy nhất 412 như được thảo luận trên Fig.3.

Như được minh họa trên Fig.4, cáp điện trên không 400 bao gồm lớp dẫn điện thứ ba 424 bao gồm các sợi dẫn điện 430 (ví dụ, các sợi dẫn điện thứ ba). Lớp dẫn điện thứ ba 424 bao quanh thành phần chịu lực 410 và bao quanh lớp dẫn điện thứ nhất 420. Nói cách khác, lớp dẫn điện thứ ba 424 được đặt giữa lớp dẫn điện thứ nhất 420 và lớp dẫn điện thứ hai 422. Lớp dẫn điện thứ ba 424 có thể gia tăng theo cách có lợi khả năng mang dòng điện của cáp dẫn điện trên không, ví dụ, cho mục đích truyền tải điện cao thế bằng cách cung cấp mặt cắt ngang dây dẫn điện bổ sung, ví dụ, so với phương án được minh họa trên Fig.3. Các sợi dẫn điện thứ ba 430 có thể được chế tạo từ cùng vật liệu dẫn điện như các sợi dẫn điện thứ nhất 426, có thể được chế tạo từ cùng vật liệu dẫn điện như các sợi dẫn điện thứ hai 428, hoặc có thể được chế tạo từ vật liệu dẫn điện có ít nhất một đặc

tính vật liệu khác (ví dụ, có giá trị khác với) cùng đặc tính vật liệu đó của các sợi dẫn điện thứ nhất 426 và các sợi dẫn điện thứ hai 428.

Các kết cấu cho cáp điện trên không được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.4 là chỉ nhằm mục đích làm ví dụ, và cáp điện trên không theo sáng chế không bị giới hạn ở các kết cấu cụ thể đó. Ví dụ, một kết cấu khác có thể bao gồm thành phần chịu lực một chi tiết như được minh họa trên Fig.3 với các sợi dẫn điện tròn như được minh họa trên Fig.1. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này biết rõ về các kết cấu khác.

Theo sáng chế, ít nhất một đặc tính vật liệu của các sợi dẫn điện trong một lớp dẫn điện khác với (ví dụ, có giá trị khác với) cùng đặc tính vật liệu đó của các sợi dẫn điện trong một lớp dẫn điện khác. Nghĩa là, các vật liệu dẫn điện (ví dụ, kim loại) mà từ đó các sợi dẫn điện tương ứng được tạo thành có thể có thành phần hóa học khác (ví dụ, có thể là một hợp kim khác), và/hoặc có thể đã được xử lý theo cách tạo ra đặc tính vật liệu khác. Ví dụ, xử lý nhiệt (ví dụ, tôi luyện) một số vật liệu kim loại có thể tạo ra sợi dẫn điện có các đặc tính khác so với sợi dẫn điện bằng cùng loại vật liệu đó (cùng thành phần hóa học) mà chưa được xử lý nhiệt. Tương tự, việc làm cứng hợp kim có cùng thành phần hóa học có thể tạo ra các đặc tính cơ học khác nhau.

Ví dụ, đặc tính vật liệu khác nhau giữa các sợi dẫn điện có thể là một hoặc nhiều đặc tính trong số giới hạn chảy, mô đun đàn hồi, độ cứng, độ bền kéo và độ dẫn điện. Theo một phương án cụ thể, ít nhất một đặc tính vật liệu khác nhau giữa các sợi dẫn điện là giới hạn chảy. Mô đun đàn hồi (tức là mô đun Young) là độ đàn hồi khi chịu ứng suất kéo của sợi dẫn điện, tức là tỷ lệ giữa ứng suất kéo và biến dạng kéo. Khi vật liệu chịu tác động của một ứng suất kéo, vật liệu này sẽ bắt đầu chảy (biến dạng dẻo) tại một ứng suất kéo nào đó, và điểm này được gọi là giới hạn chảy. Các hợp kim nhôm khác nhau và các nhiệt độ khác nhau giữa các hợp kim tương tự có thể có giới hạn chảy khác nhau. Theo một đặc trưng cụ thể, giới hạn chảy của lớp dẫn điện bên ngoài (ví dụ, của các sợi của lớp bên ngoài) lớn hơn giới hạn chảy của lớp dẫn điện bên trong (ví dụ, hơn các sợi của lớp bên trong). Tức là, khi một ứng suất kéo tác động lên các lớp dẫn điện, thì lớp dẫn bên trong sẽ biến dạng dẻo (chảy) trước khi xảy ra biến dạng dẻo của lớp dẫn điện bên ngoài.

Ví dụ, trên Fig.1, các sợi dẫn điện (bên ngoài) 128 có thể có giới hạn chảy cao hơn các sợi dẫn điện (bên trong) 126. Tương tự, Fig.2 và Fig.3, các sợi dẫn điện 228/328 có thể có giới hạn chảy cao hơn các sợi dẫn điện 226/326. Theo một phương án trên Fig.4, các sợi dẫn điện 426 của lớp dẫn điện thứ nhất 420 có thể có giới hạn chảy thấp hơn các sợi dẫn điện 428 của lớp dẫn điện thứ hai 422. Lớp dẫn điện thứ ba trung gian 424 có thể bao gồm các sợi 430 bằng vật liệu có giới hạn chảy cao hơn hoặc gần như giống với các sợi 426 của lớp dẫn điện thứ nhất 420. Ngoài ra, lớp dẫn điện thứ ba trung gian 424 có thể bao gồm các sợi 430 bằng vật liệu có giới hạn chảy thấp hơn hoặc giống với giới hạn chảy của các sợi dẫn điện 428 của lớp dẫn điện thứ hai 422.

Theo một đặc trưng khác, một đặc tính vật liệu khác giữa các sợi dẫn điện nhất định là độ bền kéo. Theo một đặc trưng cụ thể, lớp dẫn điện ngoài cùng có độ bền kéo lớn hơn độ bền kéo của lớp dẫn điện bên trong. Ví dụ, trên Fig.1, các sợi dẫn điện (bên ngoài) 128 có thể có độ bền kéo cao hơn các sợi dẫn điện (bên trong) 126. Tương tự, Fig.2 và Fig.3, các sợi dẫn điện 228/328 có thể có độ bền kéo cao hơn hoặc gần giống với các sợi dẫn điện 226/326. Theo một phương án trên Fig.4, các sợi dẫn điện 426 của lớp dẫn điện thứ nhất 420 có thể có độ bền kéo thấp hơn các sợi dẫn điện 428 của lớp dẫn điện thứ hai 422. Lớp dẫn điện thứ ba trung gian 424 có thể bao gồm các sợi 430 bằng vật liệu có độ bền kéo cao hơn độ bền kéo của các sợi 426 của lớp dẫn điện thứ nhất 420. Ngoài ra, lớp dẫn điện thứ ba trung gian 424 có thể bao gồm các sợi 430 bằng vật liệu có độ bền kéo giống hoặc thấp hơn độ bền kéo của các sợi dẫn điện 428 của lớp dẫn điện thứ hai 422. Ví dụ, đối với các sợi dẫn điện có độ bền kéo cao hơn, có thể sử dụng các hợp kim nhôm như 6201-T81 và 6101.

Bảng 1 minh họa độ dẫn điện, độ bền kéo, giới hạn chảy, và nhiệt độ hoạt động tối đa (liên tục) của một số vật liệu nhôm.

Bảng 1 - Vật liệu dẫn điện nhôm

Mô tả	Tên	Độ dẫn điện (% IACS)	Độ bền kéo (MPa)	Giới hạn chảy gần đúng (MPa)	Nhiệt độ hoạt động tối đa [°C]
Kéo nguội	1350-H19	61	160 - 200	165	90
Hợp kim MS	5005-H19	53,3	250	190	90
Hợp kim MS	6101	53,5	295	200	90
Hợp kim HS	6201-T81	52,5	305 - 315	270	90
Hợp kim MS	6201-T83	57,5	250	200	90
Tôi hoàn toàn	1350-O	63	60 - 95	25 - 30	250
Độ bền nhiệt	TAL (AT1)	60	159 - 169	150	150
Độ bền nhiệt HS	KTAL (AT2)	55	225 - 248	200	150
Độ bền siêu nhiệt	ZTAL/UTAL (AT3)	60	159 - 176	150	210
Độ bền nhiệt đặc biệt	XTAL (AT4)	58	159 - 169	150	230

Theo một đặc trưng khác, một đặc tính vật liệu khác giữa các sợi dẫn điện nhất định là độ cứng. Độ cứng là thước đo để đánh giá khả năng chống biến dạng dẻo cục bộ, ví dụ, từ vết lõm hoặc mài mòn cơ học. Theo một đặc trưng cụ thể, lớp dẫn điện ngoài

cùng có độ cứng lớn hơn độ cứng của lớp dẫn điện bên trong. Ví dụ, trên Fig.1, các sợi dẫn điện (bên ngoài) 128 có thể có độ cứng cao hơn các sợi dẫn điện (bên trong) 126. Tương tự, Fig.2 và Fig.3, các sợi dẫn điện 228/328 có thể có độ cứng cao hơn hoặc gần như giống với các sợi dẫn điện 226/326. Theo một phương án trên Fig.4, các sợi dẫn điện 426 của lớp dẫn điện thứ nhất 420 có thể có độ cứng thấp hơn các sợi dẫn điện 428 của lớp dẫn điện thứ hai 422. Lớp dẫn điện thứ ba trung gian 424 có thể bao gồm các sợi 430 bằng vật liệu có độ cứng cao hơn độ cứng của các sợi 426 của lớp dẫn điện thứ nhất 420. Ngoài ra, lớp dẫn điện thứ ba trung gian 424 có thể bao gồm các sợi 430 bằng vật liệu có độ cứng giống hoặc thấp hơn độ cứng của các sợi dẫn điện 428 của lớp dẫn điện thứ hai 422. Đối với các sợi dẫn điện có độ cứng cao hơn, có thể sử dụng các hợp kim nhôm được làm cứng như hợp kim nhôm-ziriconi (AlZr) hoặc hợp kim nhôm 1350-H19.

Theo một đặc trưng khác, một đặc tính vật liệu khác giữa các sợi dẫn điện nhất định là độ dẫn điện. Theo một đặc trưng cụ thể, lớp dẫn điện ngoài cùng có độ dẫn điện lớn hơn độ dẫn điện của lớp dẫn điện bên trong. Ví dụ, trên Fig.1, các sợi dẫn điện (bên ngoài) 128 có thể có độ dẫn điện cao hơn các sợi dẫn điện (bên trong) 126. Tương tự, Fig.2 và Fig.3, các sợi dẫn điện 228/328 có thể có độ dẫn điện cao hơn hoặc gần như giống với các sợi dẫn điện 226/326. Phương án trên Fig.4, các sợi dẫn điện 426 của lớp dẫn điện thứ nhất 420 có thể có độ dẫn điện thấp hơn các sợi dẫn điện 428 của lớp dẫn điện thứ hai 422. Lớp dẫn điện thứ ba trung gian 424 có thể bao gồm các sợi 430 bằng vật liệu có độ dẫn điện cao hơn độ dẫn điện của các sợi 426 của lớp dẫn điện thứ nhất 420. Ngoài ra, lớp dẫn điện thứ ba trung gian 424 có thể bao gồm các sợi 430 của vật liệu có độ dẫn điện giống hoặc thấp hơn độ dẫn điện của các sợi dẫn điện 428 của lớp dẫn điện thứ hai 422. Trong kết cấu bất kỳ trong số các kết cấu nêu trên, các sợi dẫn điện có độ dẫn điện cao hơn có thể được chế tạo từ nhôm có độ dẫn điện ít nhất khoảng 60% IACS, chẳng hạn như ít nhất khoảng 62% IACS. Theo một đặc trưng cụ thể, các sợi dẫn điện có độ dẫn điện cao hơn có thể được chế tạo từ hợp kim nhôm được tôi, chẳng hạn như hợp kim nhôm được tôi 1350-O. Theo một đặc trưng khác, các sợi có độ dẫn điện thấp hơn (ví dụ, các sợi dẫn điện 326 trên Fig.3) có thể được chế tạo từ các hợp kim AlZr, chẳng hạn như các hợp kim AlZr bền nhiệt được liệt kê trong Bảng 1.

Như đã thảo luận trên đây liên quan đến các hình vẽ, cáp điện trên không bao gồm thành phần chịu lực mà các lớp dẫn điện bao quanh. Thành phần chịu lực này có thể bao gồm nhiều chi tiết chịu lực (ví dụ, Fig.1 và Fig.2), hoặc có thể bao gồm một chi tiết chịu lực duy nhất (ví dụ, Fig.3 và Fig.4). (Các) chi tiết chịu lực có thể được tạo thành từ kim loại như thép, hoặc có thể được tạo thành từ các vật liệu khác như vật liệu tổng hợp được gia cường bằng sợi. Vật liệu tổng hợp này có thể bao gồm các sợi gia cường được đặt trong nền gắn kết. Các sợi gia cường có thể là các sợi gia cường gần như liên tục, kéo dài theo chiều dài của thành phần chịu lực, và/hoặc có thể bao gồm các sợi gia cường ngắn (ví dụ, các sợi đơn tinh thể hoặc các sợi cắt ngắn) được phân tán qua nền gắn kết. Các sợi có thể được lựa chọn từ khoảng vật liệu rộng, bao gồm nhưng không giới hạn ở, cacbon, thủy tinh, thép boron, oxit kim loại, cacbua kim loại, polyme có độ bền cao như sợi aramit hoặc sợi flopolyme, sợi bazan và vật liệu tương tự. Vật liệu nền có thể bao gồm, ví dụ, nhựa (ví dụ, polyme) như polyme dẻo nhiệt hoặc polyme rắn nhiệt. Nền cũng có thể còn là nền kim loại, như nền nhôm. Một ví dụ về thành phần chịu lực tổng hợp nền nhôm được minh họa trong patent Mỹ số 6,245,425 của McCullough và công sự, được đưa vào đây bằng cách viện dẫn toàn bộ.

Một ví dụ cụ thể về thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi được sử dụng trong cáp điện trên không ACCC[®] được sản xuất bởi CTC Global Corporation thuộc Irvine, CA, Hoa Kỳ. Cáp điện trên không như vậy được minh họa, ví dụ trong patent Mỹ số 7,368,162 của Hiel và công sự. Thành phần chịu lực này bao gồm lõi bên trong bằng sợi carbon chịu lực cao được bao quanh bởi lớp sợi thủy tinh để cải thiện tính đàn hồi và tạo ra khả năng chống ăn mòn điện hóa của dây dẫn nhôm bằng cách chần các sợi carbon ngăn cách với nhôm. Fig.3 và Fig.4 minh họa việc sử dụng vật liệu tổng hợp như vậy làm thành phần chịu lực một chi tiết. Việc sử dụng thành phần chịu lực một chi tiết (Fig.3 và Fig.4) có thể cho phép làm giảm đường kính của thành phần chịu lực, ví dụ, so với thành phần chịu lực nhiều chi tiết (Fig.1 và Fig.2) đối với cùng các đặc tính kéo, ví dụ, đối với cùng độ bền kéo.

Theo một đặc trưng, thành phần chịu lực có đường kính ít nhất khoảng 3 mm, chẳng hạn như ít nhất khoảng 5 mm. Thành phần chịu lực như vậy có thể có độ bền kéo

cao có lợi khi được chế tạo bằng cách sử dụng, ví dụ, sợi carbon có độ bền cao. Ví dụ, thành phần chịu lực có thể có độ bền kéo giới hạn (UTS) ít nhất khoảng 1700 MPa, chẳng hạn như ít nhất khoảng 1800 MPa, ít nhất khoảng 1900 MPa, hoặc thậm chí ít nhất khoảng 2000 MPa. Theo một đặc trưng, thành phần chịu lực có độ bền phá hủy định danh ít nhất khoảng 100 kN, chẳng hạn ít nhất khoảng 125 kN, hoặc thậm chí ít nhất khoảng 150 kN.

Kết cấu của các sợi dẫn điện (ví dụ, nhôm) được bộc lộ ở đây có thể đặc biệt hữu ích ở những vùng chịu tải băng lớn. Về vấn đề này, để giảm thiểu hơn nữa ảnh hưởng của việc chịu tải băng, cáp điện trên không có thể sử dụng thành phần chịu lực có đường kính lớn và/hoặc độ bền kéo rất cao. Theo một đặc trưng, thành phần chịu lực có đường kính ít nhất là khoảng 8 mm, chẳng hạn như ít nhất khoảng 9 mm, hoặc thậm chí ít nhất là khoảng 10 mm. Vấn đề thực tế là, ví dụ, để bảo quản và vận chuyển, đường kính của thành phần chịu lực sẽ không lớn hơn khoảng 30 mm, chẳng hạn như không lớn hơn khoảng 20 mm. Theo một đặc trưng khác, thành phần chịu lực có độ bền kéo giới hạn (UTS) ít nhất là khoảng 2200 MPa, chẳng hạn như ít nhất khoảng 2300 MPa, chẳng hạn như ít nhất khoảng 2400 MPa, hoặc thậm chí ít nhất khoảng 2500 MPa. Mặc dù không bị giới hạn ở bất kỳ UTS tối đa nào, UTS thường sẽ không lớn hơn khoảng 3700 MPa. Theo một đặc trưng, thành phần chịu lực có độ bền phá hủy định danh ít nhất khoảng 150 kN, chẳng hạn ít nhất khoảng 160 kN, ít nhất khoảng 170 kN hoặc thậm chí ít nhất khoảng 180 kN.

Cáp trên không mà sử dụng thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi có điểm gỏi nhiệt. Ban đầu, thành phần chịu lực và các sợi dẫn điện cùng chịu tải trọng kéo của cáp được lắp đặt. Khi nhiệt độ của cáp tăng lên cùng với sự tăng lên của dòng điện, hệ số giãn nở nhiệt (CTE) của các sợi dẫn điện khiến chúng giãn ra nhanh hơn so với thành phần chịu lực có hệ số giãn nở nhiệt CTE thấp hơn. Khi nhiệt độ tăng, các sợi dẫn điện giãn ra và truyền tải trọng kéo của chúng sang thành phần chịu lực. Đỉnh của sự truyền tải này được gọi là điểm gỏi nhiệt. Bởi vì CTE của thành phần chịu lực thấp hơn CTE của sợi dẫn điện, độ võng của dây dẫn trên điểm gỏi nhiệt sẽ giảm. CTE thấp hơn

của dây dẫn điện ACCC và điểm gói nhiệt thấp hơn có thể làm giảm độ võng nhiệt, tức là độ võng do sự giãn nở nhiệt của cáp.

Thành phần chịu lực có độ bền kéo rất cao, ví dụ như trong kết cấu ACCC® cho phép sử dụng các sợi dẫn điện bằng nhôm được tôi hoàn toàn. Nhôm được tôi hoàn toàn có độ dẫn điện cao hơn nhôm không được tôi, và do đó có thể làm tăng khả năng mang dòng điện và làm giảm các tổn hao đường truyền. Tuy nhiên, nhôm được tôi hoàn toàn không có một số đặc tính vật lý. Ví dụ, việc sử dụng nhôm được tôi hoàn toàn có thể dẫn đến độ võng đường dây tăng lên khi chịu tải trọng cố định (ví dụ, chịu tải băng) vì chỉ một biến dạng kéo tương đối nhỏ sẽ làm nhôm biến dạng dẻo, làm giảm sức căng của dây dẫn. Theo một kết cấu, cáp điện trên không bao gồm lớp dẫn điện bên trong bằng nhôm được tôi và lớp dẫn điện bên ngoài bằng nhôm cứng hơn, chẳng hạn như hợp kim Al-Zr. Ví dụ, trên Fig.3, các sợi 326 của lớp dẫn điện thứ nhất 320 có thể được tạo thành từ nhôm được tôi hoàn toàn và các sợi 328 của lớp dẫn điện thứ hai 322 có thể được chế tạo từ nhôm cứng hơn như hợp kim Al-Zr. Việc sử dụng lớp bên trong bằng nhôm có độ dẫn điện cao và lớp bên ngoài bằng nhôm có độ cứng cao hơn có thể có lợi trong việc tạo ra độ dẫn điện tổng thể cao (khả năng mang dòng điện cao) trong khi giảm độ võng cơ học, chẳng hạn như do chịu tải băng. Điều này là do khoảng chịu biến dạng lớn hơn của nhôm cứng hơn khi biến dạng đàn hồi. Ngoài ra, cáp điện có thể bao gồm lớp có độ cứng cao trên lớp dẫn điện bên trong và nhôm được tôi có độ dẫn điện cao trên lớp dẫn điện bên ngoài. Tuy nhiên, việc đặt lớp nhôm cứng hơn trên lớp bên ngoài có thể mang lại lợi ích bổ sung khác là khả năng chống mài mòn cao hơn.

Sáng chế đề xuất phương pháp chế tạo cáp điện trên không, ví dụ chế tạo cáp điện trên không như được mô tả theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên. Trong một ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp chế tạo cáp điện trên không bao gồm các bước quan trọng nhất nhiều sợi dẫn điện bằng vật liệu nhôm thứ nhất lên thành phần chịu lực để tạo thành lớp dẫn điện thứ nhất và bước quan trọng hai nhiều sợi dẫn điện bằng vật liệu nhôm thứ hai lên lớp dẫn điện thứ nhất để tạo thành lớp dẫn điện thứ hai. Vật liệu nhôm thứ hai có ít nhất một đặc tính vật liệu có giá trị đặc tính khác với giá trị đặc tính của cùng đặc tính vật liệu đó của vật liệu nhôm thứ nhất.

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp lắp đặt đường dây truyền tải điện. Theo một phương án, phương pháp này bao gồm các bước mắc cáp điện trên không giữa ít nhất hai cấu trúc đỡ, tác động lực kéo căng lên cáp điện trên không và trong khi cáp điện trên không chịu tác động của lực kéo căng, siết chặt các đầu thứ nhất và đầu thứ hai của cáp điện trên không sao cho cáp điện trên không được đỡ ít nhất một phần bởi hai cấu trúc đỡ. Cáp điện trên không bao gồm thành phần chịu lực, lớp dẫn điện thứ nhất bao quanh thành phần chịu lực, lớp dẫn điện thứ nhất bao gồm các sợi dẫn điện bằng vật liệu nhôm thứ nhất và lớp dẫn điện thứ hai bao quanh lớp dẫn điện thứ nhất, lớp dẫn điện thứ hai bao gồm các sợi dẫn điện bằng vật liệu nhôm thứ hai khác với vật liệu nhôm thứ nhất. Vật liệu nhôm thứ hai có ít nhất một đặc tính vật liệu khác với cùng đặc tính vật liệu đó của vật liệu nhôm thứ nhất.

Sáng chế cũng đề xuất đường dây truyền tải điện trên không bao gồm cáp điện trên không. Cáp điện trên không được mắc với sức căng cao trên ít nhất hai tháp đỡ. Cáp điện trên không bao gồm thành phần chịu lực, lớp dẫn điện thứ nhất bao quanh thành phần chịu lực, lớp dẫn điện thứ nhất bao gồm các sợi dẫn điện bằng vật liệu nhôm thứ nhất và lớp dẫn điện thứ hai bao quanh lớp dẫn điện thứ nhất, lớp dẫn điện thứ hai bao gồm các sợi dẫn điện bằng vật liệu nhôm thứ hai khác với vật liệu nhôm thứ nhất. Vật liệu nhôm thứ hai có ít nhất một đặc tính vật liệu khác với cùng đặc tính vật liệu đó của vật liệu nhôm thứ nhất.

Mặc dù các phương án khác nhau về cáp điện trên không, phương pháp sản xuất cáp điện trên không, phương pháp lắp đặt đường dây truyền tải điện và đường dây truyền tải điện trên không đã được mô tả chi tiết, sẽ là hiển nhiên rằng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này nghĩ đến các cải biến và điều chỉnh của các phương án này. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng các cải biến và điều chỉnh đó vẫn nằm trong phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cáp điện trên không, bao gồm:

thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi có độ bền kéo giới hạn (ultimate tensile strength – UTS) ít nhất bằng 2000 MPa;

lớp dẫn điện thứ nhất bao quanh thành phần chịu lực được gia cường bằng sợi, lớp dẫn điện thứ nhất này bao gồm các sợi vật liệu nhôm thứ nhất, là hợp kim nhôm được tôi hoàn toàn; và

lớp dẫn điện thứ hai bao quanh lớp dẫn điện thứ nhất, lớp dẫn điện thứ hai này bao gồm các sợi vật liệu nhôm thứ hai, là hợp kim nhôm được làm cứng,

trong đó vật liệu nhôm thứ hai có độ cứng lớn hơn độ cứng của vật liệu nhôm thứ nhất, và

trong đó cả hai sợi vật liệu nhôm thứ nhất và sợi vật liệu nhôm thứ hai đều là các sợi hình thang.

2. Cáp điện trên không theo điểm 1, trong đó vật liệu nhôm thứ nhất có độ dẫn điện lớn hơn độ dẫn điện của vật liệu nhôm thứ hai.

3. Cáp điện trên không theo điểm 2, trong đó vật liệu nhôm thứ nhất có độ dẫn điện ít nhất bằng 60% IACS.

4. Cáp điện trên không theo điểm 2, trong đó vật liệu nhôm thứ nhất có độ dẫn điện ít nhất bằng 62% IACS.

5. Cáp điện trên không theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó vật liệu nhôm thứ nhất là hợp kim nhôm được tôi hoàn toàn 1350-O.

6. Cáp điện trên không theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó vật liệu nhôm thứ hai được lựa chọn từ hợp kim nhôm nhôm-zirconi (aluminum-zirconium - AlZr) và hợp kim nhôm 1350-H19.

7. Cáp điện trên không theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, còn bao gồm lớp dẫn điện thứ ba được đặt giữa lớp dẫn điện thứ nhất và lớp dẫn điện thứ hai.
8. Cáp điện trên không theo điểm 7, trong đó lớp dẫn điện thứ ba bao gồm các sợi vật liệu nhôm thứ ba khác với vật liệu nhôm thứ nhất và khác với vật liệu nhôm thứ hai.
9. Cáp điện trên không theo điểm 7 hoặc 8, trong đó lớp dẫn điện thứ ba bao gồm các sợi vật liệu nhôm thứ nhất.
10. Cáp điện trên không theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, trong đó lớp dẫn điện thứ ba bao gồm các sợi vật liệu nhôm thứ hai.
11. Cáp điện trên không theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi bao gồm các sợi cacbon gia cường gần như liên tục được đặt trong nền gắn kết.
12. Cáp điện trên không theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi có đường kính không lớn hơn 30 mm.
13. Cáp điện trên không theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó, thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi có đường kính ít nhất là 3 mm.
14. Cáp điện trên không theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi có độ bền kéo giới hạn (UTS) không lớn hơn 3700 MPa.
15. Phương pháp chế tạo cáp điện trên không, phương pháp này bao gồm các bước:

quấn nhiều sợi hình thang thứ nhất bằng vật liệu nhôm thứ nhất, là hợp kim nhôm được tôi hoàn toàn, lên thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi có độ bền kéo giới hạn (UTS) ít nhất bằng 2000 MPa để tạo thành lớp dẫn điện thứ nhất; và

quấn nhiều sợi hình thang thứ hai bằng vật liệu nhôm thứ hai, là hợp kim nhôm được làm cứng xung quanh lớp dẫn điện thứ nhất để tạo thành lớp dẫn điện thứ hai,

trong đó vật liệu nhôm thứ hai có độ cứng lớn hơn độ cứng của vật liệu nhôm thứ nhất.

16. Phương pháp theo điểm 15, phương pháp này còn bao gồm bước quấn nhiều sợi hình thang thứ ba bằng vật liệu nhôm thứ ba xung quanh lớp dẫn điện thứ nhất trước khi quấn nhiều sợi hình thang thứ hai xung quanh lớp dẫn điện thứ nhất.

17. Phương pháp lắp đặt đường dây truyền tải điện, phương pháp này bao gồm các bước:

mắc cáp điện trên không giữa ít nhất hai cấu trúc đỡ;

tác động lực kéo căng lên cáp điện trên không;

trong khi cáp điện trên không chịu tác động của lực kéo căng, siết chặt các đầu thứ nhất và đầu thứ hai của cáp điện trên không sao cho cáp điện trên không được đỡ ít nhất một phần bởi hai cấu trúc đỡ và được mắc với sức căng tại vị trí được siết chặt;

trong đó cáp điện trên không bao gồm,

thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi có độ bền kéo giới hạn (UTS) ít nhất bằng 2000 MPa;

lớp dẫn điện thứ nhất bao quanh thành phần chịu lực tổng hợp được gia cường bằng sợi, lớp dẫn điện thứ nhất này bao gồm các sợi vật liệu nhôm thứ nhất, là hợp kim nhôm được tôi hoàn toàn 1350-O; và

lớp dẫn điện thứ hai bao quanh lớp dẫn điện thứ nhất, lớp dẫn điện thứ hai này bao gồm các sợi dẫn điện bằng vật liệu nhôm thứ hai khác với vật liệu nhôm thứ nhất, vật liệu nhôm thứ hai là vật liệu nhôm được làm

cứng được lựa chọn từ hợp kim nhôm nhôm-ziriconi (AlZr) và hợp kim nhôm 1350-H19,

trong đó vật liệu nhôm thứ hai có độ cứng lớn hơn độ cứng của vật liệu nhôm thứ nhất, và

trong đó cả hai sợi vật liệu nhôm thứ nhất và vật liệu nhôm thứ hai là các sợi hình thang.

18. Đường dây truyền tải điện trên không bao gồm:

ít nhất hai cấu trúc đỡ;

ít nhất cáp điện thứ nhất được đỡ bởi các cấu trúc đỡ, trong đó cáp điện thứ nhất được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 14.

1/4

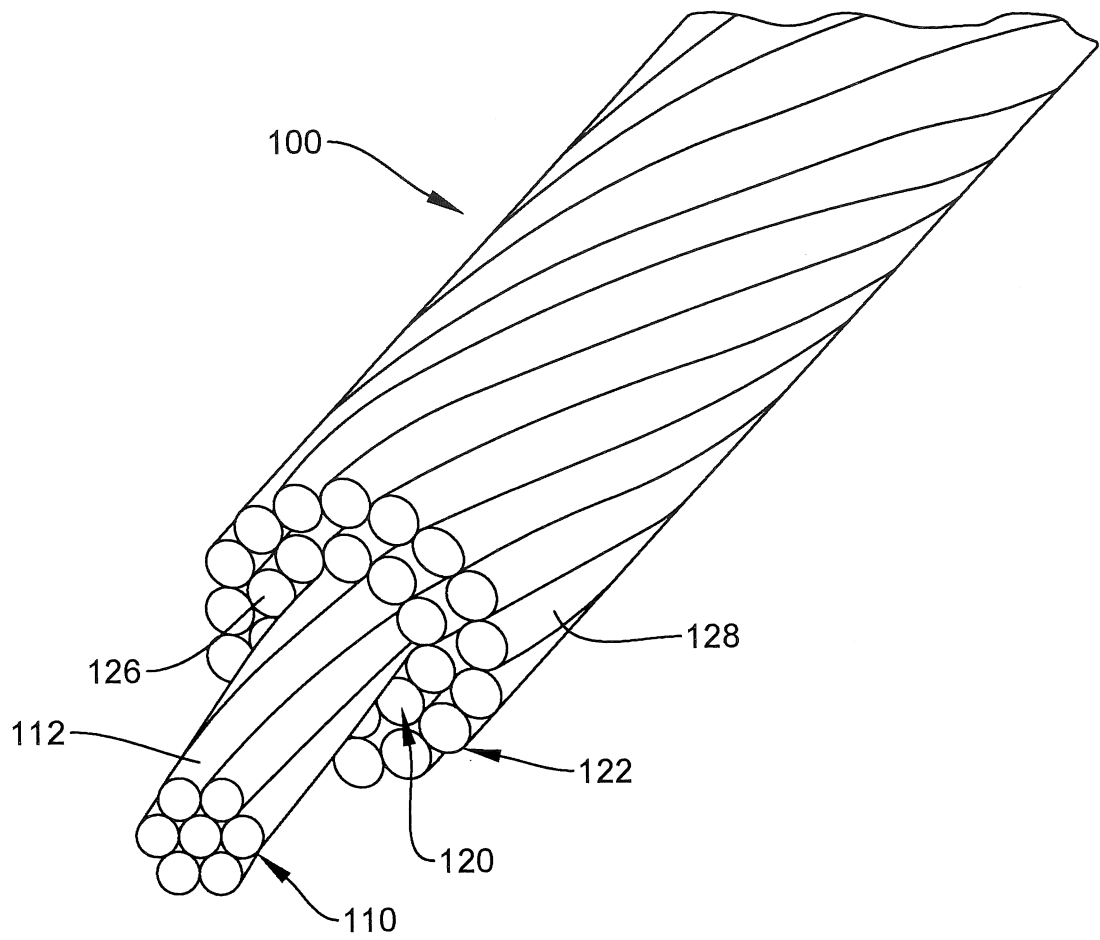


FIG. 1

2/4

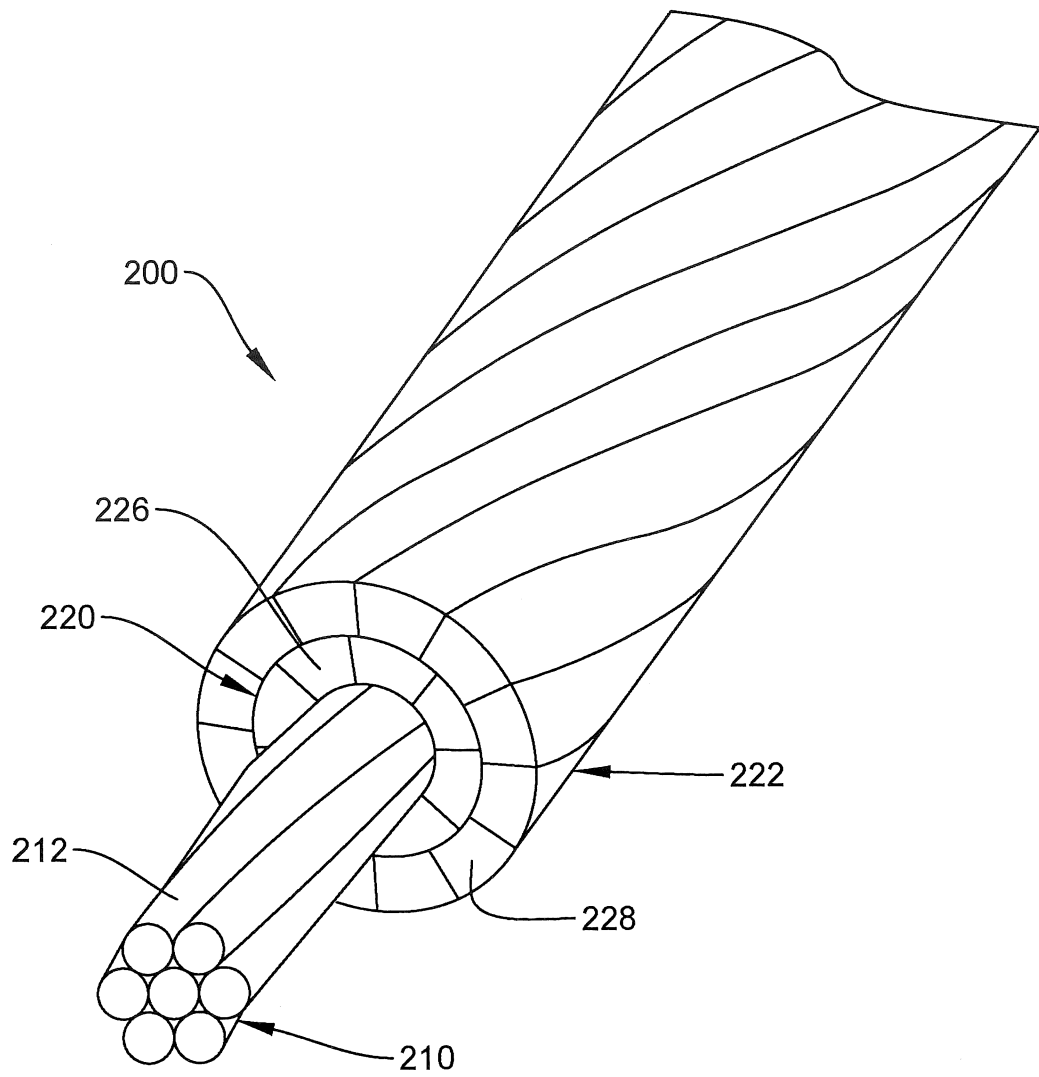


FIG. 2

3/4

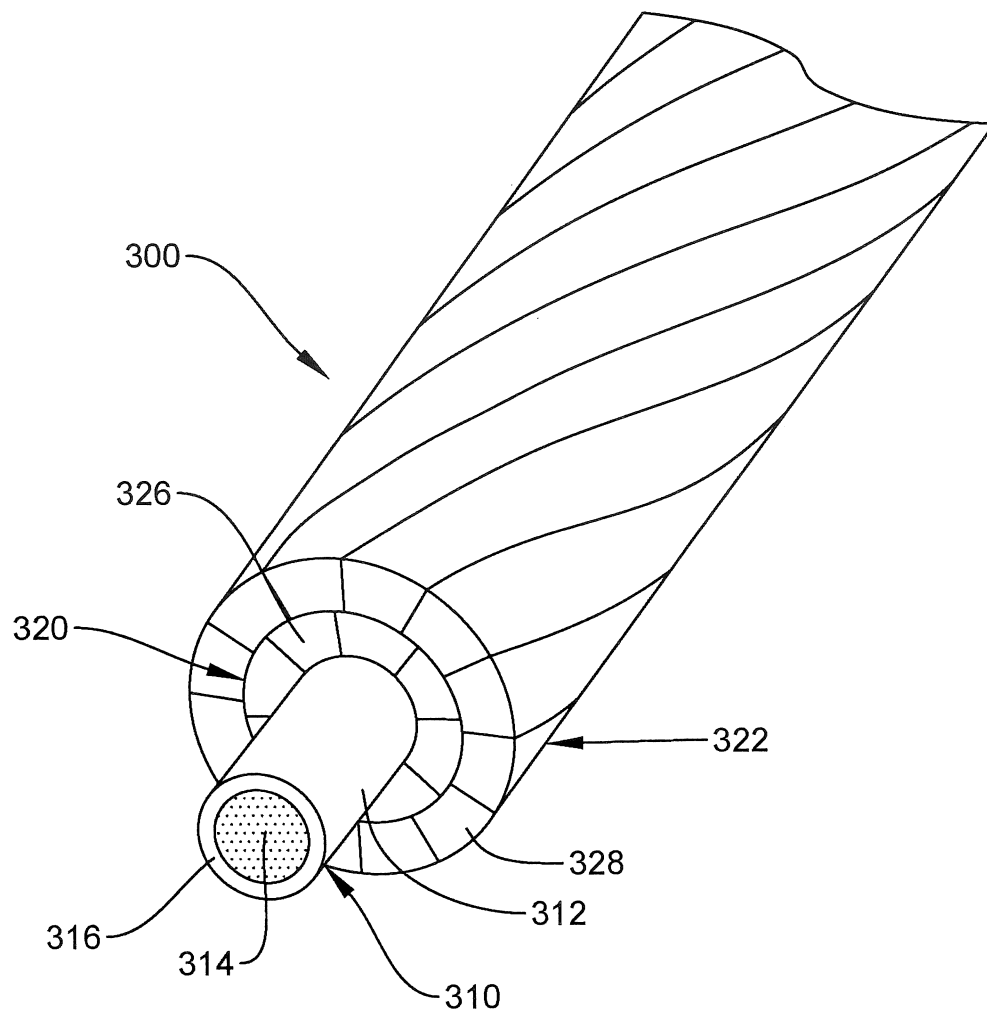


FIG. 3

4/4

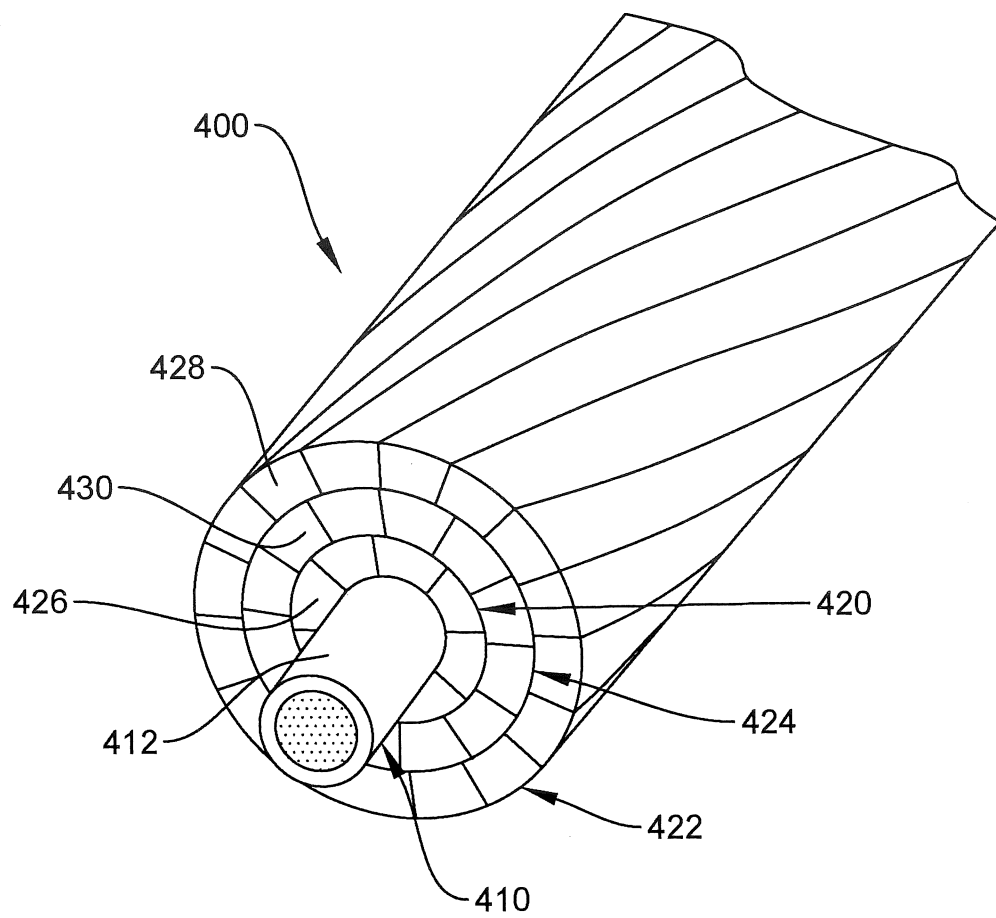


FIG. 4