

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-543367

(P2013-543367A)

(43) 公表日 平成25年11月28日(2013.11.28)

(51) Int.Cl.

HO2G 9/00  
HO1F 27/10  
(2006.01)  
(2006.01)

F 1

HO2G 9/00  
HO1F 27/10

A

テーマコード(参考)

5E050  
5G369

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2013-537211 (P2013-537211)  
 (86) (22) 出願日 平成23年11月7日 (2011.11.7)  
 (85) 翻訳文提出日 平成25年7月2日 (2013.7.2)  
 (86) 國際出願番号 PCT/GB2011/052155  
 (87) 國際公開番号 WO2012/059772  
 (87) 國際公開日 平成24年5月10日 (2012.5.10)  
 (31) 優先権主張番号 1018717.7  
 (32) 優先日 平成22年11月5日 (2010.11.5)  
 (33) 優先権主張国 英国(GB)

(71) 出願人 513110768  
 マーフィー クレイグ  
 イギリス国 プロムスグローブ ウスター  
 シャー ビー60 3イーティー イサイ  
 ドア ロード プロムスグローブ テクノ  
 ロジー パーク ユニット 8 ベースポ  
 イント ビジネス セントレ シーオー<sup>ルック</sup>  
 サービシーズ リミテッド  
 (74) 代理人 110000578  
 名古屋国際特許業務法人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ケーブルおよび変圧器からの熱を冷却および回収する装置、ならびに方法

## (57) 【要約】

本発明は、複数の電力ケーブルおよび/あるいは複数の変圧器からの熱エネルギーを冷却および回収する装置(100)ならびに方法を提供する。装置(100)は、少なくとも1本の電力ケーブル(104)および/あるいは少なくとも1つの変圧器と熱接触する第1の管(102)、第1の管(102)に連結された伝熱装置(106)と、流体循環手段(112)と、伝熱装置(106)と連結され、例えば個人あるいは商業用の土地(128)に通常設置されるような、外部加熱システムと連動する加熱回路(114)とを備える。使用中、循環手段(112)は、第1の管(102)を介して流体を循環させ、それによって伝熱装置(106)が、ケーブル(104)および/あるいは変圧器の熱エネルギーの少なくとも一部を、後に加熱回路(114)を介し外部加熱システム(126)を用いて再利用するべく、加熱された流体から回収するよう作動する。前記装置および方法は、地中の高圧電源ケーブルおよび地上の変電所の変圧器からの廃棄熱を、回収および再利用し、更に前記機器を冷却して運転性能および寿命を向上させるのに

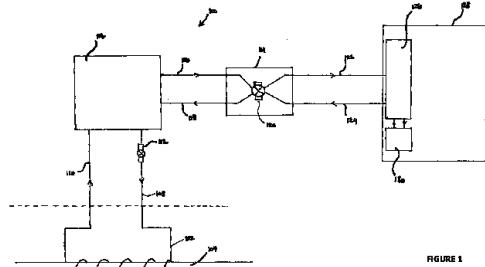


FIGURE 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

電力ケーブルおよび／あるいは変圧器からの熱を冷却および回収する装置であって、該装置は、

少なくとも 1 本の電力ケーブルおよび／あるいは少なくとも 1 つの変圧器と熱的に接觸する第 1 の管と、

前記第 1 の管に連結された伝熱装置と、

流体循環手段と、

前記伝熱装置と連結され、外部加熱システムと連動する加熱回路とを備え、

使用中、前記循環手段は、前記第 1 の管を介して流体を循環させ、それによって前記伝熱装置が、前記ケーブルおよび／あるいは前記変圧器の熱エネルギーの少なくとも一部を、後に前記加熱回路を介し外部加熱システムを用いて再利用するべく、加熱された流体から回収するよう作動する装置。10

**【請求項 2】**

前記第 1 の管は、前記少なくとも 1 本の電力ケーブルおよび／あるいは変圧器に近接して配置されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の装置。

**【請求項 3】**

前記第 1 の管は、前記少なくとも 1 本の電力ケーブルおよび／あるいは変圧器に、螺旋状に巻付けられていることを特徴とする、請求項 1 あるいは 2 に記載の装置。20

**【請求項 4】**

前記第 1 の管はパイプであることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

**【請求項 5】**

前記伝熱装置は、前記第 1 の管から離れて配置されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の装置。

**【請求項 6】**

前記伝熱装置は、少なくとも流出管と返流管とを備える流路によって、前記第 1 の管に連結されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の装置。30

**【請求項 7】**

前記流出管および返流管は、断熱層で被覆されていることを特徴とする、請求項 6 に記載の装置。

**【請求項 8】**

前記伝熱装置は、ヒートポンプであることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の装置。

**【請求項 9】**

前記ヒートポンプは、不可逆ヒートポンプであることを特徴とする、請求項 8 に記載の装置。

**【請求項 10】**

前記流体循環手段は、ポンプを備えることを特徴とする、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の装置。40

**【請求項 11】**

前記加熱回路は、1 組の流体管によって前記伝熱装置に連結されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の装置。

**【請求項 12】**

前記加熱回路は、熱交換機構を備えることを特徴とする、請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の装置。

**【請求項 13】**

前記熱交換機構は、外部加熱システムと連動し、回収された熱を該システムへと搬送するよう作動することを特徴とする、請求項 12 に記載の装置。

**【請求項 14】**

10

20

30

40

50

前記加熱回路は、ポンプを備えることを特徴とする、請求項1～13のいずれか1項に記載の装置。

【請求項15】

前記加熱回路は、流出管と返流管とを含むインターフェースを備えることを特徴とする、請求項1～14のいずれか1項に記載の装置。

【請求項16】

前記流体は冷媒であることを特徴とする、請求項1～15のいずれか1項に記載の装置。

【請求項17】

前記装置は、少なくとも1つの流体閉回路の形態に構成されていることを特徴とする、請求項1～16のいずれか1項に記載の装置。

【請求項18】

複数の流体閉回路を更に備え、各回路は、それぞれの所定の長さの電力ケーブルおよび／あるいは変圧器からの熱を回収するよう作動することを特徴とする、請求項17に記載の装置。

【請求項19】

前記伝熱装置は、約100W～約200Wの電力を、ケーブルの長さ1メートルにつき回収するよう作動することを特徴とする、請求項1～18のいずれか1項に記載の装置。

【請求項20】

各回路の前記伝熱装置は、他の回路の伝熱装置から離れて配置されていることを特徴とする、請求項18に記載の装置。

【請求項21】

各回路の前記伝熱装置は、他の回路の伝熱装置と共に、局在する配列を形成していることを特徴とする、請求項18に記載の装置。

【請求項22】

複数の電力ケーブルおよび／あるいは複数の変圧器からの熱を冷却および回収する方法であって、該方法は、

第1の管を、少なくとも1本の電力ケーブルおよび／あるいは少なくとも1つの変圧器と熱接触するよう配置するステップと、

伝熱装置を前記第1の管に連結するステップと、

電流が前記少なくとも1本の電力ケーブルおよび／あるいは前記変圧器を流れる際に、流体循環手段を用いて、流体を前記第1の管を介して循環させるステップと、

前記伝熱装置において、加熱された流体から、前記ケーブルおよび／あるいは変圧器の熱エネルギーの少なくとも一部を回収するステップと、

後に外部加熱システムによって再利用するべく、回収された熱エネルギーを、前記伝熱装置に連結された加熱回路において利用可能にするステップとを備えることを特徴とする方法。

【請求項23】

前記第1の管を配置するステップは、前記第1の管を少なくとも1本の電力ケーブルおよび／あるいは少なくとも1つの変圧器の近位に配置することを備えることを特徴とする、請求項22に記載の方法。

【請求項24】

前記第1の管を配置するステップは更に、前記第1の管を地表面の下、地中の電力ケーブルの近位に配置することを備えることを特徴とする、請求項23に記載の方法。

【請求項25】

前記第1の管を配置するステップは、該管を、前記少なくとも1本の電力ケーブルおよび／あるいは変圧器に、螺旋状に巻付けることを備えることを特徴とする、請求項22～24のいずれか1項に記載の方法。

【請求項26】

前記伝熱装置を、少なくとも流出管と返流管とを備える流路によって、前記第1の管に

10

20

30

40

50

連結するステップを更に備えることを特徴とする、請求項 22～25 のいずれか 1 項に記載の方法。

**【請求項 27】**

前記流体を循環させるステップは、前記流体を前記第 1 の管を介して圧送することを含むことを特徴とする、請求項 22～26 のいずれか 1 項に記載の方法。

**【請求項 28】**

前記加熱回路を、1 組の流体管を介して前記伝熱装置に連結するステップを更に備えることを特徴とする、請求項 22～27 のいずれか 1 項に記載の方法。

**【請求項 29】**

前記熱エネルギーを回収するステップは、前記加熱された流体を凝縮し、前記熱エネルギーを抽出することを備えることを特徴とする、請求項 22～28 のいずれか 1 項に記載の方法。 10

**【請求項 30】**

前記熱エネルギーを回収するステップは、ケーブルの長さ 1 メートルにつき約 100W～約 200W の電力を回収することを特徴とする、請求項 22～29 のいずれか 1 項に記載の方法。

**【請求項 31】**

前記加熱回路を外部加熱システムと連動させ、前記回収された熱を前記外部加熱システムへと搬送するステップとを更に備えることを特徴とする、請求項 22～30 のいずれか 1 項に記載の方法。 20

**【請求項 32】**

前記回収された熱を搬送するステップは、加熱された流体を、前記外部加熱システムへと圧送することを備えることを特徴とする、請求項 31 に記載の方法。

**【請求項 33】**

添付の図 1～3 を参照し、実質的に前述された装置および方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

本発明は、電力を供給および伝送する機器の冷却に関し、具体的にはケーブルおよび変圧器からの熱を冷却および回収する装置、ならびに方法に関する。 30

実際の安全上の理由から、都市部では、例えば鉄塔などの空中における支持を用いるのとは対照的に、地下あるいは地中の高圧電源ケーブルを介して、電力を供給するのが通例である。従って、ほとんどの近代的な都市および街の真下には、発電施設から電力を受取る、局在する変電所に連結された、大規模な電力ケーブルのネットワークが存在する。

**【0002】**

通常、都市部における電力ケーブルは、これらの地域に集中する住民および労働人口からのエネルギー需要により、高負荷（すなわち大電流）に影響を受けやすい。従って大電流を搬送する結果、ケーブルはケーブルの導電性コアの自然抵抗によって、著しい加熱を示し得る。コアの抵抗加熱によって発生する熱は、ケーブルの温度を、ケーブル周囲の地中材料の周囲温度をはるかに上回る温度にまで上昇させ得る、ということが分かっている。操作上の理由から、公益事業会社は、ケーブルを周囲温度（例えば、ケーブルの深さにおける地面の温度）から 40 の間の温度で操作することを好む。しかし、高需要の際には、ケーブルは 90 近い温度で、また該温度は 120 にまでも上昇する可能性もあり、極度な負荷条件下で作動することが頻繁にあり得る。 40

**【0003】**

このような温度において、通常ケーブルは熱膨張によって変形し、その後、需要が減少する（すなわち電流が下降する）につれて収縮する。しかし、ケーブルの膨張・収縮が繰り返されると、ケーブルの稼働寿命が早期の段階で短縮される可能性があり、また、ケーブルの結合部および接続部の健全性に悪影響を及ぼし得る。ケーブルの交換は通常、公益事業会社にとって高額な費用のかかる業務であり、特に地中ケーブルについては掘削が必 50

要であることから、専用の掘削機が必要なだけでなく、都市部の交通および歩行者に、広範囲にわたって混乱を生じさせる可能性がある。

#### 【0004】

従って、概して電力ケーブルの加熱は、公益事業会社にとって極めて難解な問題である。利用可能なケーブルネットワーク全体に負荷を均等にするため（例えば、いくつかのケーブルを冷却させるため）、高需要の期間は電力供給を別ルートに切替えることも可能であるが、この方法は必ずしも成功するとは限らず、いずれにしても、需要を満たす必要がある時にネットワークの容量を低下させてしまう可能性がある。

#### 【0005】

また、電力ケーブルは、通常3本のケーブルが1組となって同一の掘削溝に敷設されているため、その結束されたケーブルによって、比較的需要が低い期間であっても、相当量の熱エネルギーが発生し得るということが容易に認識される。公益事業会社は以前、ケーブルの加熱の問題を、ケーブルの周囲に水冷式のカバーあるいは送風装置を用いることによって対応しようと試みたが、これらの構成はある程度の成果を収めたのみであって、概して実行するのにコストがかかる。

10

#### 【0006】

操作上の制約およびケーブルの寿命の低下に加えて、ケーブルの加熱に関するもう1つの重要な局面は、周辺の地面に消失する相当量の熱エネルギー廃棄物である。環境への意識が高まる中、天然資源の減少、エネルギーコストの上昇、現在の導電ケーブルからの熱の不十分な利用は、注目すべき問題であり、このことは先行技術で取上げられてきた。現在、ほとんどの国の政府が温室効果ガスの排出に対する目標を設定しているため、公益事業会社は顧客の現在のそして上昇していく将来の需要への対応を試みてはいるものの、エネルギーをより効果的に供給し、CO<sub>2</sub>の排出を削減するという重責は増え続けている。

20

#### 【0007】

従って本発明の目的は、当該技術における上記の問題の全てとは言えないがそのうちのいくつかの問題に、電力ケーブルおよび任意的には関連するいかなる変圧器の効果的な冷却を可能にし、ケーブルおよび／あるいは変圧器によって発生する熱の少なくとも一部の回収を可能にする装置および方法を提供することにより、対処することである。

30

#### 【0008】

本発明の第1の局面によると、電力ケーブルおよび／あるいは変圧器からの熱を冷却および回収する装置であって、該装置は、少なくとも1本の電力ケーブルおよび／あるいは少なくとも1つの変圧器と熱的に接触する第1の管と、前記第1の管に連結された伝熱装置と、流体循環手段と、前記伝熱装置と連結され、外部加熱システムと連動する加熱回路とを備え、使用中、前記循環手段は、前記第1の管を介して流体を循環させ、それによって前記伝熱装置が、前記ケーブルおよび／あるいは前記変圧器の熱エネルギーの少なくとも一部を、後に前記加熱回路を介し外部加熱システムを用いて再利用するべく、加熱された流体から回収するよう作動する装置が提供される。

#### 【0009】

第1の管を、少なくとも1つの電力ケーブルおよび／あるいは変圧器、第1の管に連結された熱伝達装置、および流体循環手段に熱接触させるということは、ケーブルおよび／あるいは変圧器によって発生する熱エネルギーの少なくとも一部分が、循環する流体によって除去可能であり、また熱伝達装置の作用によって回収可能であるため、特に有利であると考えられる。この方法において、前記装置は2つの機能を果たすことが可能であり、前記機能においては、循環流体がケーブルを冷却する（およびケーブルの温度を低下させる）だけでなく、熱エネルギーが熱伝達装置によって回収され、後に加熱回路を介し、外部加熱システムによって再利用されてもよい。

40

#### 【0010】

ここでの「電力ケーブル」あるいはその省略形の「ケーブル」とは、導電ケーブルの全ての形態、具体的には高圧電力ケーブルおよび電圧の伝播および伝送に適したその他のタ

50

イブのケーブルを含む地中のケーブル、が含まれると解釈されるべきである、ということは認識されるべきである。実際には、前記ケーブルは変圧器巻線の一部を形成していてよい。また、单一ケーブルについて具体的に触れられているが、これが限定的なものではないということ、従って全ての実施例が、本発明から逸脱することなく 2 本、3 本あるいはそれ以上のケーブルが存在する構造にまで及び得るということは理解されるべきである。確かに実際のところ、電力ケーブルは通常、操作上の理由から 3 本 1 組になって敷設されており、従ってここに開示される装置および方法は、1 本のみ、あるいは 3 本のケーブルと併せて用いられてもよく、あるいは所要の冷却構造に応じて拡大縮小されてもよい。

#### 【 0 0 1 1 】

また、「1 つの変圧器」あるいは「複数の変圧器」とは、全ての導電変圧器、具体的には配電変電所の配列において用いられるもの、を含むことを意図しているため、地上の変圧器および地中の変圧器の両方を含んでいてもよい。変圧器の性質に関する制限は、本発明の装置と併せて用いるのに適した変圧器でなければならない、という以外は示されていないが、変圧器は通常、複数のケーブル巻線が周囲に巻いた鉄のコアで構成されているであろう。

10

#### 【 0 0 1 2 】

ここでの「外部加熱システム」とは、個人あるいは商業用の土地あるいは地所のための、いかなる流体ベースの暖房システム、例えばガス、オイル、あるいは電気セントラルヒーティングシステム、あるいは床暖房システム等、を含むと解釈されるべきである。個人用の土地には、家、バンガロー、アパート、老人介護施設等が非限定的に含まれてもよく、それに対して商業用の土地には、会社、工場および小売店等が含まれていてもよい。また、外部加熱システムは、学校、病院、役所、および自治体の施設、例えば図書館、公立のスイミングプール等、に対応していてもよい。

20

#### 【 0 0 1 3 】

前記第 1 の管は、少なくとも 1 本の電力ケーブルおよび / あるいは少なくとも 1 つの変圧器の巻線に熱接触している。「熱接触」とは、熱エネルギーが、少なくとも、また最も好ましくは伝導過程によって、ケーブルあるいは巻線から第 1 の管まで通過可能であることを意味する。従って第 1 の管は、ケーブルあるいは巻線と物理的に接触して、管の外面とケーブルの外面との間の直接的な熱伝達を可能にしていてもよい。あるいは、第 1 の管は、少なくとも部分的に熱伝導性である介在材料（例えば土あるいは土類、あるいは散逸媒体、例えば多孔性の鉱石等）によって、ケーブルの外面から離れていてもよい。

30

#### 【 0 0 1 4 】

前記第 1 の管は、内部穴を有し、前記穴を流体が流れるパイプであることが好ましい。前記パイプは、金属、例えば銅、あるいは高融点の（すなわち融点がケーブルの作動温度より高い）プラスチックで形成されていてもよい。前記パイプは実質的に堅固であることが好ましいが、あるいは特定の用途に応じて柔軟であってもよい。当然のことながら、いかなる耐熱パイプ材料が代替的に用いられてもよい。

40

#### 【 0 0 1 5 】

好適な実施例において、第 1 の管は、少なくとも 1 本の電力ケーブルおよび / あるいは巻線の近位に配置されており、最も好ましくは、ケーブルおよび / あるいは巻線に直接接觸して、前記管を介して循環する流体に熱を効果的に伝達する。導電ケーブルが地中土壤に存在することによって、前記ケーブルのコアと実質的に同心の連続した等温線で構成される、半径方向の温度勾配が作り出される。前記熱勾配は、明らかにケーブルに最も近い場所で最も高く、ケーブルからの半径方向の距離と共に、最も外側の等温線が周囲材料の大気温度と平衡を保つまで、減少する。従って、流体への伝熱効果を最大限に活かすには、第 1 の管は、好ましくはケーブルおよび / あるいは巻線に可能な限り近くするべきである。

#### 【 0 0 1 6 】

しかし、第 1 の管をケーブルに対して近接させるか間隔をあけるのかについては、ケーブルの位置と構造（例えば形）、ケーブルを囲む材料、および第 1 の管がケーブルの初期

50

設置の際に配設されるのか、あるいはその後改修設置された際に配設されるのかによって決定する、ということは認識されるべきである。従って、いくつかの例においては、第1の管をケーブルと直接接触するように配置することは、伝熱効果の低下が起こり得るため、実用的でないかもしれない。しかし、大抵の用途においては、熱伝達が十分に行えるよう、第1の管をケーブルの比較的近くに配置し、冷却およびケーブルからの熱の回収を行うことが可能であるはずである。同様のことが変圧器の巻線にも該当し、従って第1の管は巻線に接触するか、あるいは可能な限り近くに配置されるべきである。

## 【0017】

1つの好適な実施例において、第1の管は、ケーブルが配設（すなわち敷設）される時、あるいはその後のケーブルの改修掘削が行われる時のいずれかに、少なくとも1つの電力ケーブルに螺旋状に巻付けられる。ケーブルの周囲に管を螺旋状に巻付けることによって、第1の管の全体的な長さが増し、熱伝達を最大限に高める。他の配置においては、第1の管は直線状で、ケーブルに対して実質的に平行に配置されてもよく、あるいは外面を最大化し、熱伝達を先の例と同様に増加させるべく、実質的に鋸状あるいは「ジグザグ」状の形状を有していてもよい。しかし、いかなる適切な第1の管の形あるいは構造が、本発明のいかなる利益を犠牲にすることなく本発明と併せて用いられ、第1の管がケーブルの上、下、あるいは隣、あるいは（複数のケーブルがある場合）その間に配置されてもよい。

10

## 【0018】

従って、一度配設された第1の管は、その稼働寿命の間は1本のケーブルあるいは複数のケーブルと共に、地下に残留することが好ましい。地上の変圧器が冷却されるべき場合には、第1の管は代替的に地上に配置されてもよく、あるいはケーブルと変圧器とが同時に冷却されるべき場合には、地上と地下の両方に配置されてもよい。

20

## 【0019】

熱伝達装置は、流路によって第1の管に連結されていることが好ましく、前記流路は、少なくとも流出管と返流管とを備えていてもよい。好適な実施例において、熱伝達装置はヒートポンプ、最も好ましくは不可逆ヒートポンプであって、第1の管から離れて、好ましくは地上に配置されていてもよい。しかし、熱伝達装置のその他のいかなる形状が本発明と併せて用いられ、加熱された流体から熱エネルギーを回収してもよい。

30

## 【0020】

流出管および返流管は、第1の管の材料と同一の材料で形成されていてもよく、従って好ましくは、銅管あるいはチューブであってもよく、各管は、その中を流体が通過する、内部穴を画定している。「流出管」とは、冷却流体が熱伝達装置から離れる方向に流れ、第1の管に向かって流出する際に通る管を意味する。それに対して「返流管」とは、加熱された流体が、第1の管から熱伝達装置に向かう方向に戻る際に通る管を意味する。

## 【0021】

従って、流出管および返流管のそれぞれの長さの少なくとも一部は、地表面の下に存在し、地中の第1の管と流体連結していることが好ましく、前記流出管および返流管の残存部分は、熱伝達装置に接続するべく経路を定められていることが好ましい、ということは認識されるべきである。

40

## 【0022】

しかし、第1の管および流出・返流管は、互いに接続可能な独立したコンポーネントとして好適に上述されているが、少なくともいくつかの実施例において、これらの特徴は、熱伝達装置と共に流体回路を形成する、1つの一体型パイプラインに対応していてもよいと想定されていることは、認識されるべきである。

## 【0023】

流出管および返流管は、断熱材によって被覆され、流体が流路を循環するに従って熱が周囲環境に伝達するのを抑制することが好ましい。断熱材は返流管にとって特に重要であり、それは加熱された流体からの熱のいかなる損失も、熱回収工程の全般的な効率を低下させるためである。しかし、断熱材は概して循環する流体への伝熱効果を妨げるため、流

50

出管および返流管の第1の管に近い部分と、第1の管に実際に沿っている部分とには、断熱材は存在しないことが好ましいということが指摘されている。

#### 【0024】

好適な実施例において、流出管および返流管は地上で経路が定められ、熱伝達装置に接続される。熱伝達装置は第1の管から離れて配置されることが好ましいため、流出・返流管は、熱伝達装置の位置によって、数メートルあるいは数十メートル、あるいはそれ以上延出していてもよいということになる。当然のことながら、厳密な構成は特定の実施形態によって決定されるため、流出・返流管の長さは各冷却構造によって異なる可能性がある。しかし、実用的な理由から、第1の管の位置と熱伝達装置の位置との間の距離は、あまり長すぎないことが好ましく、これは返流管からの熱の損失は管の長さに応じて増加するためである。10

#### 【0025】

前記装置における流体は、冷却材、例えば従来の冷媒であることが好ましい。しかし、特定の実施形態、所要の冷却レベルおよび／あるいは所望の熱回収効率に依って、いかなる適切な伝熱流体が用いられてもよい。いくつかの実施例において、蒸留水あるいは水性溶液を前記流体として用いてもよいということが、その他の利用可能な冷却材ほど効果的ではないかもしれないが、可能であり得る。

#### 【0026】

流体循環手段は、ポンプを備えていることが好ましい。前記ポンプは油圧ポンプあるいは電気ポンプ、あるいは両者の組合せでもよく、操作上の要件に従って形成され得る。前記流体循環手段は流路のいずれの地点に配置されてもよいが、流出管内に配置されることが好ましく、あるいは熱伝達装置自体の一部を形成していてもよい。20

#### 【0027】

流体循環手段の機能は、流体が流路を巡り、第1の管を通るように流体を循環させることであり、こうすることによって流体が第1の管を通るに従って加熱されることが好ましい。第1の管と導電ケーブルとの間の熱接触によって、熱は、好ましくは伝導過程によって流体に伝達され、これによって流体の蒸発が促進され、ケーブルから熱を奪い、その熱を部分的に気化した流体へと引込む。ケーブルから熱を奪う作用は、熱エネルギーを除去することによってケーブルを冷却し、その結果ケーブルの温度を低下させる。

#### 【0028】

この方法でケーブルを冷却することによって、ケーブルの作動温度を低下させ、熱膨張の影響を軽減する。その結果、ケーブルの寿命が延び、冷却されないケーブルの寿命を上回り、ケーブルのジョイント部分の損傷も顕著に減少し得るということが分かった。また、ケーブルが前記装置によって能動的に冷却されるため、ケーブルは高い負荷でもかなり長時間作動可能で、これによって、いくつかのあるいは全ての操作上の制約を免除くことができ、切替供給および／あるいは負荷バランスングの必要性を避ける、あるいは最小化することが可能となる。30

#### 【0029】

加熱回路は熱伝達装置に連結され、外部加熱システムと連動するようになっている。加熱回路を配設することは、そうすることによって熱エネルギーが再利用されるべく熱伝達装置によって回収され、外部加熱システムへと伝達されることが可能となるため、特に有利である。好適な実施形態において、加熱回路は1組の流体管を介して熱伝達装置に連結されており、前記流体管の一方は流入管として機能し、他方は返流管として機能する。「流入管」とは、加熱された流体が熱伝達装置から離れる方法に流れ、加熱回路に向かって流入する際に通る管を意味する。それに対して「返流管」とは、ここでは流体が加熱回路から離れる方向に流れ、熱伝達装置に戻る際に通る管を意味する。

#### 【0030】

好適な実施例のいくつかにおいて、熱伝達装置は加熱された流体を流路から（すなわち第1の管と連結された返流管から）、加熱回路の流入管を介して加熱回路へと、直接伝達してもよい。それに対して他の実施例においては、熱交換機構が作動してもよく、前記熱40

交換機構は、まず加熱された流体から熱エネルギーを回収し、その後、加熱回路に流入し加熱回路から流出する別の流体を加熱するのに用いられる。どちらの場合にせよ、熱伝達装置は加熱された流体からの熱を回収・濃縮するべく作動し、前記加熱された流体は、加熱回路へと直接圧送されることも、あるいは別の流体を加熱するべく用いられることも可能である。前記加熱回路は、高温で作動するべく構成されていることが好ましい。

#### 【0031】

更なる代替的な実施例においては、熱交換機構を加熱回路に組込み、熱伝達装置から受取った加熱された流体から熱が抽出され、前記熱は別の流体を加熱するべく用いられ、外部加熱システムへと搬送されるということも可能であるかも知れない。この方法において、外部加熱システムにおける流体は、本発明の装置において用いられるタイプの流体とは異なるものであってもよい。

10

#### 【0032】

加熱回路は、流出管と返流管とで構成されるインターフェースを備えていることが好ましい。前記インターフェースの機能は、既存の外部加熱システム、例えば個人あるいは商業用の土地におけるセントラルヒーティングシステム、に連結することである。あらゆる適切なインターフェースの管が、本発明の加熱装置と併せて用いられてもよい。しかし、標準的なヒートコネクタおよび標準的なゲージパイプが、特に改修の実施が予想される部分に、既存の加熱システムと適合させるべく用いられるであろうと予想される。前記インターフェースの管は、断熱材で被覆され、加熱された流体が外部加熱システムへと搬送される際に、熱が周囲に損失するのを防ぐことが好ましい。

20

#### 【0033】

冷却回路の流路からの加熱された流体が直接加熱回路へと搬送される実施例、あるいは熱伝達装置における熱交換機構が加熱回路における別の流体を加熱するべく用いられる実施例において、加熱回路は単に油圧あるいは電気ポンプを好適に備えていてもよく、前記ポンプは、流体をインターフェースの流出管を介して、外部加熱システムへと搬送するべく作動する。

#### 【0034】

しかし、熱交換機構が加熱回路に組込まれている実施例において、熱エネルギーはまず抽出され、別の流体を加熱するべく用いられる。その後、前記熱エネルギーは、加熱回路によって、インターフェースの流出管を介して外部加熱システムへと圧送されることが好ましい。

30

#### 【0035】

加熱回路からの加熱された流体は、その後、外部加熱システムにおいて用いられている既存の流体（例えば水）の代わりに用いられてもよく、あるいは加熱回路を通じて循環されている実際の流体に相当し、前記流体を熱交換機構によって加熱してもよい。

#### 【0036】

この方法において、本発明の装置は効率的な技術を提供している。該技術によって、1本あるいは複数のケーブルからの熱エネルギーが、外部加熱システムに搬送され、居住スペースあるいは仕事場に、内部加熱を、化石燃料を追加消費することなく供給することができる。従って本発明は、本来は「廃棄物」であるエネルギーを、容易に利用可能な技術を用いて熱供給源として確実に再利用するため、環境面において大きな利益を有する。その結果、個人および企業は、いかなる加熱要件をも犠牲にすることなく、単にこれまで地面に消失していた熱エネルギーを利用することによって、二酸化炭素排出量を低減させることができになるであろう。

40

#### 【0037】

約100W～約200Wの電力が、そして通常は約150Wの電力が、ケーブル1メートルにつき回収され得るということが示されてきた。従って、例えば、約15kWの電力が、それぞれ100メートルの長さのケーブルによって獲得され得る。この長さの3本のケーブルでは、約45kWの電力と同等となる。平均的な個人の地所には、適切な断熱性があると想定して、暖房および温水に1日約8.5kW（季節的な変化を考慮して）が必

50

要であるため、このような地所 5 件を、それぞれが 100 メートルの地中ケーブルで加熱し得るということは、確実に実行可能である。イギリス単独における都市部の電力ケーブルの全体的な長さが、数百キロメートルであるということを考慮すると、本発明の有用性および環境面における信頼性は即座に明確となる。これは、本発明はイギリスおよびその他の場所の両方における温室効果ガス排出に関して、重要な役割を果たし得るためである。

#### 【 0038 】

特定の電力ケーブルは数十メートルあるいは数百メートルに亘って延出し得るため、第 1 の管の長さ、より厳密に言えば第 1 の管がその上を延出するケーブルの長さは、能動的に冷却されるべき所望の長さに依って変化させてもよく、また拡大縮小が可能であってもよい。従って、第 1 の管は、特定の実施形態および構造によって決定されるいかなる所要の長さのケーブルの上にも、延出していてもよいということが認識されるべきである。

10

#### 【 0039 】

しかし、実際には、1 本の管および 1 つの熱伝達装置によって冷却可能なケーブルの長さには、通常制限がある。従って、複数の管および複数の熱伝達装置が、特定のケーブルには必要であるかもしれない。そのため、ケーブルの長さに沿つていくつかの「接続ポイント (breakout points)」が必要とされることが望ましい。前記接続ポイントは、流出・返流管が地面から出てくる場所と一致していることが好ましく、下記のいずれか 1 つあるいは複数の基準に従って、間隔があけられていてもよい。

20

- ・ 単位長さ当たりのケーブルによって回収される必要がある熱の量（ケーブルにかかる負荷によって決定され、ケーブルへの負荷が高いほどより多くの熱が発生し、より多くの接続ポイントが必要になる）
- ・ 熱回収の効率（回収効率が低いほど、必要とされる接続ポイントがより少ない）
- ・ 回収されたエネルギーの最終利用に関する運転基準（例えば外部加熱システムの詳細、加熱されるべき地所の大きさ、および特定の熱需要）
- ・ 地理的な考慮（例えば都市の障害物による制限、例えば道路の交差点、覆っている建物等）
- ・ 装置の特定の配置、およびケーブルの特定の形状等

本発明の装置は、第 1 の管、熱伝達装置、流体循環手段および加熱回路のそれぞれの配置によって画定された、少なくとも 1 つの流体閉回路の形態を取つてもよい。実用的な理由から、前記装置は複数の流体閉回路を備えていることが好ましく、各回路は、各所定の長さのケーブルから熱を回収するよう、作動することが好ましい。

30

#### 【 0040 】

流体閉回路は、特定の冷却・熱回収要件に従い、互いに直接隣接していても、あるいは離れていてもよい。また、各回路の熱伝達装置は、他の回路の熱伝達装置から離れて配置され、それぞれできる限り加熱されるべき土地に近接して配置されていてもよい。あるいは各熱伝達装置は、局在する熱伝達装置の一団あるいは配列に配置され、専用の断熱流路によって第 1 の管に連結されていてもよい。

#### 【 0041 】

更に、熱伝達装置および加熱回路は、独立したコンポーネントとして説明されてきたが、これらが、加熱回路が熱伝達装置の一部である、あるいはその逆の、一体型のユニットを形成するということも可能である。

40

#### 【 0042 】

当然のことながら、管、流路、熱伝達装置および加熱回路のいかなる適切な配置が本発明と併せて用いられてもよく、各特定の実施形態は地理的要件および配置の制限等に適合するべく、ある程度カスタマイズされた配置および構成を必要とする、ということは理解されるべきである。

#### 【 0043 】

本発明の第 2 の局面によると、複数の電力ケーブルおよび / あるいは複数の変圧器からの熱を冷却および回収する方法が提供される。前記方法は、第 1 の管を、少なくとも 1 本

50

の電力ケーブルおよび／あるいは少なくとも1つの変圧器と熱接触するよう配置するステップと、伝熱装置を前記第1の管に連結するステップと、電流が前記少なくとも1本の電力ケーブルおよび／あるいは1つの変圧器を流れる際に、流体循環手段を用いて、流体を前記第1の管を介して循環させるステップと、前記伝熱装置において、加熱された流体から、前記ケーブルおよび／あるいは変圧器の熱エネルギーの少なくとも一部を回収するステップと、後に外部加熱システムによって再利用するべく、回収された熱エネルギーを、前記伝熱装置に連結された加熱回路において利用可能にするステップとを備える。

#### 【0044】

本発明の第2の局面に関する実施例は、先行する実施例のいずれかについて説明された通り、前記装置の配設、操作および使用に関するものであるということは理解されるべきである。従って、本発明の第1の局面について説明された定義および特徴は、本発明の第2の局面にも同様に適用される。従って説明を簡易にするため、前記定義および特徴は繰返さない。

10

#### 【0045】

本発明の方法は、ケーブルの新規配設と、1本あるいは複数の既存のケーブルを掘出し、前記装置を配設可能にする、その後の改修設置との両方に用いられるであろうと予想される。改修は、定期的なケーブル修理あるいはメンテナンスの際に行われてもよく、こうすることでコスト削減の可能性があり、あるいは、具体的には前記装置を配設する単独の目的で行うことも可能である。

20

#### 【0046】

従って、装置の配設における第1段階では、通常、ケーブルを受入れる溝を掘削する、あるいは既にケーブルを含む溝の掘削を行うことが必要となるであろう。既存のケーブルは地中探知レーダ、あるいはその他のケーブル探知技術を用いて探してもよい。安全上の理由から、公益事業会社は、好適に「稼働停止時間」を設定し、ケーブルが供給ネットワークから一時的に除去・絶縁されてもよい。この方法において、導電ケーブルからの感電のリスクはない。

#### 【0047】

一度ケーブルが配設されると、あるいは掘削溝において露出されると、第1の管は、ケーブルと熱接触するよう、ケーブルの近位に配置されることが好ましい。好適な実施例において、第1の管は、所定の長さのケーブルに螺旋状に巻付けられ、ケーブルの外面と直接接觸することが好ましい。

30

#### 【0048】

代替的な実施例において、第1の管は、直線的に、ケーブルの長手方向の軸に実質的に平行に配置されていてもよく、あるいはケーブルの下、上、あるいはケーブルに隣接して、あるいは（複数のケーブルが存在する場合は）ケーブルの間に、実質的に鋸歯状あるいは「ジグザグ」状に構成されていてもよい。

#### 【0049】

当然のことながら、第1の管の位置は、1本あるいは複数のケーブルの特定の実施形態および形状によって決定され、冷却されるべきケーブルのタイプ、地理的制約、操作上の制約、および／あるいは将来的なケーブルへのアクセスに影響され得るということは認識されるべきである。しかし、第1の管の構成および配置は、新たなケーブルを配設する際に最も効率的に行えるよう最適化され、配設作業者が第1の管をどのように配置するかについて、より大きな柔軟性を有するようになっていてもよい、ということは明白である。

40

#### 【0050】

一度配設された第1の管は、好ましくは伝導過程によって、ケーブルから熱エネルギーを受取り可能なように、地中の電力ケーブルに直接接觸し、あるいは近接している。本発明の第1の局面について上述された通り、第1の管は、少なくとも流出管と返流管とを備える流路によって、熱伝達装置に連結されていることが好ましい。前記流出・返流管は、第1の管がケーブルに装着された後、第1の管に接続されることが好ましく、その後、溝から熱伝達装置へ向かって経路が定められていてもよい。流出・返流管を第1の管およ

50

び熱伝達装置に接続するべく、いかなる適切な接続技術が用いられてもよい。

【0051】

熱伝達装置は、第1の管から離れて配置されていることが好ましいため、溝および流出・返流管は、特定の実施形態によっては数メートルあるいは数十メートルあるいはそれ以上、延出していてもよい。しかし、熱の損失を低減するべく、前記管は断熱材で被覆されていることが好ましい。

【0052】

流体循環手段は、流路の流出管内に配置され、ケーブルが通電されている際に、好ましくは圧送によって、冷却流体が第1の管を通って循環するよう作動することが好ましい。前記流体は冷却材、所要の冷却レベルおよび所望の熱回収効率によって、例えば冷媒、あるいは水、あるいは水性溶液であってもよい。

10

【0053】

流体は流路を循環するため、前記流体は、第1の管を通過する際に加熱されることが好ましい。第1の管と通電ケーブルとの間の熱接触によって、熱は、好ましくは伝導過程によって流体に伝達される。これによって流体の蒸発が促進され、ケーブルからの熱を奪い、その熱を部分的に気化した流体に引込む。ケーブルから熱を奪う作用は、熱エネルギーを取除くことによってケーブルを冷却し、その結果ケーブルの温度を低下させる。

【0054】

加熱された流体はその後、ケーブルの熱エネルギーの少なくとも一部、好ましくは大部分を、加熱された流体から回収するよう作動する熱伝達装置へと圧送される。好適な実施例において、前記熱伝達装置は、熱エネルギーを凝縮工程によって回収する。こうすることによって熱が抽出可能となり、また、加熱された流体を凝縮することによって、熱伝達装置に連結された加熱回路で前記熱が利用可能となる。

20

【0055】

凝縮工程は、加熱された流体からケーブルの熱を効率的に回収する、熱交換機構によって行われてもよい。

代替的に、前記熱伝達装置は加熱された流体を、外部加熱システムへと搬送するべく、好ましくは前記流体を加熱回路へと圧送することによって、直接加熱回路に供給してもよい。

30

【0056】

別の実施例において、前記熱交換機構は、回収された熱を加熱回路における別の流体へと搬送することによって、該別の流体を加熱するべく用いられてもよく、前記流体はその後、好ましくは高温で作動している、加熱回路を循環され得る。

40

【0057】

本発明の第1の局面に関して上述される通り、熱伝達装置および加熱回路は、1組の流体管、すなわち流入管および返流管によって連結されていることが好ましい。従って、加熱された流体は、流入管を介して加熱回路に供給されてもよい。前記加熱回路は、加熱された流体、あるいは加熱された別の流体を、個人あるいは商業用の土地等の外部加熱システムへと直接圧送してもよく、あるいは一体型の熱交換機構によって熱を抽出してもよい。前記一体型熱交換機構はその後、熱を外部加熱システムの循環ネットワークに存在する更なる流体へと搬送するのに利用され得る。後者の場合、これによって外部加熱システムの流体を、加熱回路を循環する流体、あるいは加熱回路および流路から隔離することができになり、このことは、これらの流体が異なるタイプ（例えば冷媒と水等）の場合には、有利となり得る。

【0058】

加熱された流体が、外部加熱システムの循環ネットワークへと直接圧送される場合、前記流体が既存の流体（例えば水）の代わりをし、従って熱は内部加熱を行うべく前記土地へと搬送される。あるいは、外部加熱システムの既存の流体は、加熱回路によって加熱され、既存の循環ネットワークを用いて前記土地を循環されてもよい。どちらの場合においても、熱エネルギーのソースは地中ケーブルによって発生した熱であり、該熱は本装置お

50

より方法の作用によって回収されている。

**【0059】**

変圧器を冷却する用途において、前記方法は上述されたものと本質的に同様であるが、変圧器は地上に配置されてもよく、従って管は、変圧器の周囲に巻付けることによって巻線に連結可能であり、掘削は不要であるということは認識されるべきである。

**【0060】**

上述の通り本発明は、公益事業会社にとっての運用有効性およびコスト削減と環境問題との両方の観点から、土地の暖房需要は、その他に化石燃料を消費する必要もなく、本質的に「廃棄される」エネルギーを再利用することによって満たされ得るという、大きな利益をもたらす。その結果、本発明の装置および方法が用いられるいかなる土地において、温室効果ガスの排出の低減が実現し得、このことは地球温暖化が次世代に与える影響やダメージを抑制するのに、重要な影響をもたらす。

10

**【0061】**

熱回収のレベルは、それぞれの実施形態によって異なる可能性が高いということは認識されるべきである。改修用途においては、操作上のおよび地理的な制約などによって、前記装置の配設に関する柔軟性が低下するため、熱回収のレベルはおそらく低下するであろうということが実際に予想される。しかし、本装置で試されたヒートポンプは、通常4:1の性能係数(COP)を有する。これは、ヒートポンプを作動させるのに要するエネルギーの、最高4倍のエネルギーが回収されているということであり、これより低い熱回収率および作動効率であっても、本発明の全体的な利益に深刻な影響を与えることなく、許容され得る。

20

**【0062】**

以下、本発明の実施例を、例として添付の図面を参照しながら詳細に説明する。

**【図面の簡単な説明】**

**【0063】**

**【図1】**本発明の1つの実施例によるケーブル冷却・熱回収装置の概略図を示す。

**【図2】**本発明の好適な実施例によるケーブル冷却・熱回収装置が、一例として変圧器に適応された場合の側面図を示す。

**【図3】**図2の装置の平面図を示す。

30

**【発明を実施するための形態】**

**【0064】**

図1を参照すると、本発明のケーブル冷却・熱回収装置100の特に好適な実施例が示されている。なお、図1に示される装置は、正確な縮尺で描かれていないため、図は単に説明を目的としている、ということは理解されるべきである。

**【0065】**

装置100は、架空の線で示された地表面の下に埋設された地中電力ケーブル104と熱接触している、第1の管102を備える。ケーブル104は、通常都市部に配設される、従来の高圧ケーブルの一種であり、不定量の電流負荷を搬送するよう作動する。通常、ケーブル104はシースで被覆されている(図示なし)。

40

**【0066】**

高圧電力ケーブルは、操作上の理由から、通常3本1組で配設されている。図1では明確にするため1本のケーブルのみが示されているが、これに限定されないということは認識されるべきである。従って本発明は、本発明のいかなる利益を犠牲にすることなく、いかなる本数、あるいは単に1本のケーブルと併せて用いられてもよい。

**【0067】**

装置100は更に熱交換器106を備え、該熱交換器106は本実施例においては不可逆ヒートポンプであり、流出管108と返流管110とを備える流路によって、第1の管102に連結されている。ヒートポンプ106は従来の設計のもので、特定の実施形態および所望の冷却要件に応じて、拡大縮小が可能である。ヒートポンプは、多様なサイズおよび多様な性能レベルのものが市販されており、本装置に用いるには、単式および複式ヒ

50

ートポンプのどちらも適している。

**【0068】**

「流出管」とは、冷却流体が熱交換器106から離れる方向に流れ、第1の管102に向かって流出する際に通る、管108を意味する。それに対して「返流管」とは、加熱された流体が第1の管102から熱交換器106に向かう方向に戻る際に通る、管110を意味する。

**【0069】**

第1の管102、流出管108および返流管110は、全て銅管で形成されている。図1に示す通り、第1の管102は、管の長さを最大限に活かしてケーブル104への良好な熱接触を確保し、伝熱効果を向上させるべく、ケーブル104の周囲に螺旋状に巻付けられている。当然のことながら第1の管102は、ケーブル104と実質的に平行に延出するよう、直線状に配置されてもよく、あるいはケーブルの下、上、あるいはケーブルに隣接して配置されてもよく、あるいは複数のケーブルが存在する場合にはケーブルの間に配置されてもよい。実際には、ケーブル104と第1の管102との間に十分に良好な熱接触がある限り、いかなる適切な第1の管の形態が用いられてもよい。

10

**【0070】**

第1の管102は、ケーブル104が初期敷設される際に配設されてもよく、この方法が望ましい。それはこうすることによって、設置作業員に第1の管102をケーブル104の近位に配置するための、より高い自由度が与えられるからである。あるいは、第1の管102は改修設置の一環として配設されてもよく、それによって第1の管102は、ケーブル104が敷設された後しばらくしてから、可能性としては該ケーブルが作動可能になつた後に配置される。

20

**【0071】**

いずれの掘削溝も、地表面下に埋設され地中の第1の管102に連結された流出・返流管108、110のそれぞれ一部を残して、設置後に埋戻される。流出・返流管108、110は、通常第1の管102から離れて配置されているヒートポンプ106の位置まで、地上に経路が定められる。ヒートポンプ106および第1の管102は、特定の実施形態によっては数メートルあるいは数十メートル、あるいはそれ以上離れていてもよい。典型的な配置において、ヒートポンプ106は通常、加熱されるべき土地あるいは地所128付近に配置されており、この位置において流出・返流管108、110はヒートポンプ106に連結されている。流出管108および返流管110はいずれも、流路における伝熱損失を減少させるべく、断熱材（例えばグラスファイバあるいはポリマーベースの物質）で被覆されている。

30

**【0072】**

本実施例においては従来の冷媒である冷却液は、流出管108、第1の管102、返流管110およびヒートポンプ106によって画定される流路の中に存在する。電気ポンプの形態の流体循環手段112は、流体が流路内を循環するよう作動する。ポンプ112は、ヒートポンプ106付近において、流出管108の流路の中に設置されている。

40

**【0073】**

該流体が流路および第1の管102に圧送されるにつれて、流体は第1の管102を通過する際に加熱される。第1の管102と電流を搬送するケーブル104との間は熱的に接触しているため、オーム加熱によって発生した熱は、好ましくは伝導過程を経て、流体へと伝達される。これによって流体の蒸発を促進し、ケーブル104から熱を奪い、その熱を部分的に気化した流体へと引込む。ケーブル104から熱を奪うこの作用は、熱エネルギーを除去することによってケーブルを冷却し、その結果ケーブルの温度を低下させること。

**【0074】**

その後、加熱された流体は返流管110を介してヒートポンプ106へと戻され、ヒートポンプ106は、加熱された流体からケーブル104の熱エネルギーを回収する。これは凝縮工程によって行われてもよい。

50

## 【0075】

特定の設定によっては、加熱された流体から回収された熱は、その後、ヒートポンプ106に連結された加熱回路114に供給される、別の流体を加熱するべく用いられ得る。あるいは、ヒートポンプ106は、加熱された流体を直接加熱回路114へと圧送してもよい。加熱回路114は、流入管116および返流管118の1組の管によって、ヒートポンプ106に連結されている。「流入管」とは、加熱された流体がヒートポンプ106から離れる方向に流れ、加熱回路114に向かって流入する際に通る、管116を意味する。それに対して「返流管」とは、流体が熱回路114から離れる方向に流れ、ヒートポンプ106の方向に戻る際に通る、管118を意味する。

## 【0076】

図1を再度参照すると、この実施例において、加熱回路114は2つの流路管を有する電気ポンプ120を備え、加熱された流体を、加熱されるべき土地に設けられた外部加熱システム126へと圧送することが可能となっている。加熱回路114は、流出管122と返流管124とで構成されるインターフェースを備える。インターフェース管122、124は、敷地128の外部加熱システム126と連結するべく構成されている。該外部加熱システム126は、セントラルヒーティングシステムであっても、あるいは床暖房システム等であってもよい。

## 【0077】

適合性を持たせるため、インターフェース管122、124は、標準的な加熱コネクタおよび標準的なゲージ管の形態をしており、既存の加熱システム126を容易に接続することが可能である。インターフェース管122、124は、加熱された流体が外部加熱システム126へと圧送される際に、熱が周囲に損失するのを防止あるいは最小化するべく、断熱材（例えばグラスファイバあるいはポリマーベースの物質）で被覆されている。

## 【0078】

図1には示されていないが、加熱回路114はヒートポンプ106と共に一体型ユニットを形成していてもよく、あるいは加熱されるべき土地128の外部加熱システム126と一緒に形成していてもよい。

## 【0079】

外部加熱システム126へと圧送された加熱された流体は、外部加熱システム126において使用される既存の流体（例えば水）に代わって、敷地128の既存の循環式加熱ネットワークへと直接圧送される。こうすることによって、熱は内部加熱を行うべく土地128へと搬送される。その結果、土地128内のボイラあるいは発熱器130を、加熱システム126から切離すことが可能になるが、システムが停止した時の場合の予備として維持っていてもよい。

## 【0080】

冷却された流体は、外部加熱システム126によって、返流管124を介して加熱回路114へと戻され得る。その後、該流体は、ヒートポンプ106の作用によって加熱回路114が利用可能となった熱エネルギーによって、再加熱され得る。

## 【0081】

本装置および方法は、本質的に拡大縮小が可能であり、従って、図1では単に1つの第1の管、伝熱装置および加熱回路の構成が示されているが、ケーブルあるいはケーブルのネットワークからの熱を能動的に冷却および回収するためには、ケーブルの長さに係らずいくつのコンポーネントが使用されてもよい、ということは認識されるべきである。また、図1には示されていないが、特定の設置場所において、1つあるいは複数の変圧器が存在していてもよい。従って、これらの変圧器が地上あるいは地中にあっても、本発明の適切な構成によって同様に冷却されてもよい。

## 【0082】

次に図2、3を参照すると、本発明のケーブル冷却・熱回収装置100の好適な実施例の、側面図および平面図がそれぞれ示されている。この実施形態において、該装置は変圧器132、例えば通常変電所の配列および配電ネットワーク等で使用される電力変圧器、

を冷却するべく構成されている。図2,3で示される通り、第1の管102は変圧器132の外面の周囲に、管102が変圧器の屈曲（図示なし）と熱接触するよう巻付けられている。このようにして、装置100は、変圧器が電流を搬送する際に変圧器によって生成される熱エネルギーを抽出することによって、変圧器132を冷却するよう作動する。管102は、図2に示されるように、いくつかの独立したループを備えていてもよく、あるいは変圧器132の周囲に螺旋状に巻付けられた1本の管であってもよい。ただし、冷却を行い変圧器から熱を抽出するために、管のいかなる適切な構成が用いられてもよい、ということは認識されるべきである。

#### 【0083】

第1の管102は、図2に示す通り、ラック型の構成あるいは棚型のサポート134によって支持されていてもよい。ただしこの場合も、使用中に管を変圧器に対して適切な位置に保持するべく、いかなる適切な支持機構が用いられてもよい、ということは認識されるべきである。棚型サポート134は、恒久的に適切な位置に固定されてもよく、あるいは（その後他の場所に移動可能な）一時的な構造であってもよい。

10

#### 【0084】

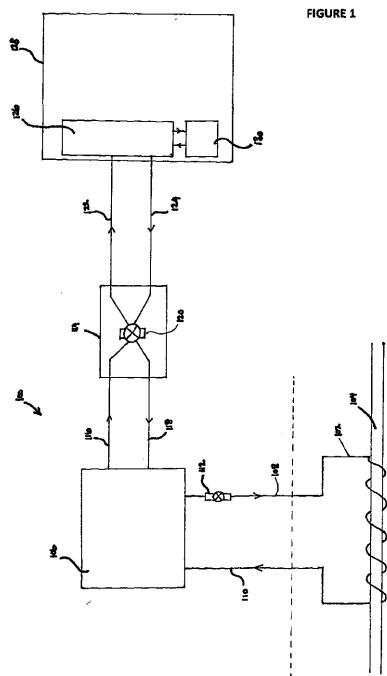
本発明のケーブル冷却・熱回収装置は、地中の高圧ケーブルおよび変圧器の温度を下げつつ、ケーブルおよび変圧器からの熱を回収するのに理想的に適しているが、本発明の1つあるいは複数の原理が、他のケーブルタイプおよび／あるいはその他の冷却・熱回収の用途にまで及び、それによって、さもなければ周囲環境に損失されてしまったであろう消失した熱を、使用あるいは再利用することが期待される、ということは認識されるであろう。

20

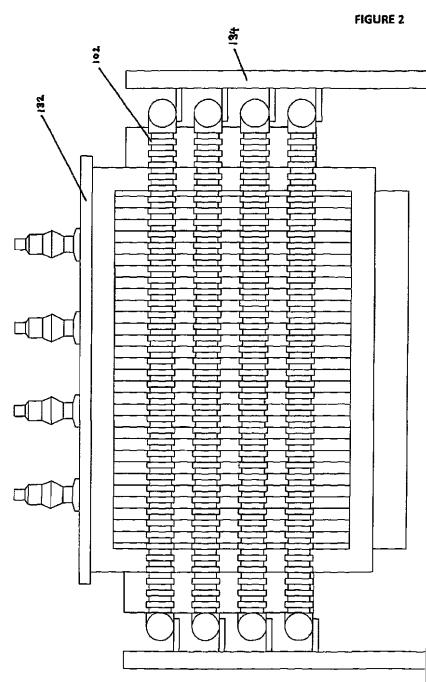
#### 【0085】

上記の実施例は、単に例として示されており、本発明から逸脱することなく多数の変形例が可能である。

【図1】

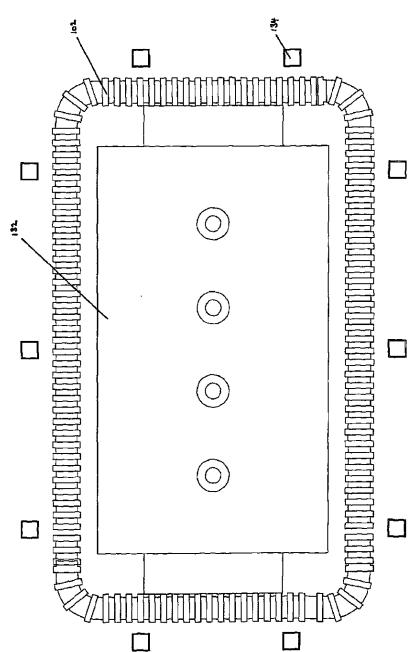


【図2】



【図3】

FIGURE 3



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/GB2011/052155												
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H01B7/42 H01F27/10 ADD. F24D12/00														
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01B H01F F24D														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched														
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  EP0-Internal, WPI Data														
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">DE 198 20 379 C1 (FELTEN &amp; GUILLEAUME AG [DE]) 8 July 1999 (1999-07-08) column 1, lines 38-42,62-65; figure 1 column 2, lines 23-24,50-53 column 2, line 62 - column 3, line 4 -----</td> <td style="padding: 2px;">1-32</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">GB 612 482 A (HUGO SONNENFELD) 12 November 1948 (1948-11-12) page 1, lines 7-27, 77-83 - line 78 page 2, lines 7-8,55-58,98-102 page 3, lines 7-27 page 8, line 3 figures 1-3 -----</td> <td style="padding: 2px;">1-32</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">FR 2 520 853 A1 (CEM COMP ELECTRO MEC [FR]) 5 August 1983 (1983-08-05) page 3, line 12 - line 25; figures 1-4 page 4, line 11 - page 9, line 11 ----- -/-</td> <td style="padding: 2px;">1-32</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	DE 198 20 379 C1 (FELTEN & GUILLEAUME AG [DE]) 8 July 1999 (1999-07-08) column 1, lines 38-42,62-65; figure 1 column 2, lines 23-24,50-53 column 2, line 62 - column 3, line 4 -----	1-32	X	GB 612 482 A (HUGO SONNENFELD) 12 November 1948 (1948-11-12) page 1, lines 7-27, 77-83 - line 78 page 2, lines 7-8,55-58,98-102 page 3, lines 7-27 page 8, line 3 figures 1-3 -----	1-32	X	FR 2 520 853 A1 (CEM COMP ELECTRO MEC [FR]) 5 August 1983 (1983-08-05) page 3, line 12 - line 25; figures 1-4 page 4, line 11 - page 9, line 11 ----- -/-	1-32
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	DE 198 20 379 C1 (FELTEN & GUILLEAUME AG [DE]) 8 July 1999 (1999-07-08) column 1, lines 38-42,62-65; figure 1 column 2, lines 23-24,50-53 column 2, line 62 - column 3, line 4 -----	1-32												
X	GB 612 482 A (HUGO SONNENFELD) 12 November 1948 (1948-11-12) page 1, lines 7-27, 77-83 - line 78 page 2, lines 7-8,55-58,98-102 page 3, lines 7-27 page 8, line 3 figures 1-3 -----	1-32												
X	FR 2 520 853 A1 (CEM COMP ELECTRO MEC [FR]) 5 August 1983 (1983-08-05) page 3, line 12 - line 25; figures 1-4 page 4, line 11 - page 9, line 11 ----- -/-	1-32												
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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														
Date of the actual completion of the international search  14 February 2012		Date of mailing of the international search report  22/02/2012												
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Hillmayr, Heinrich												

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/GB2011/052155

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 073 498 A (CAMPODONICO R; GIULIANI F) 14 October 1981 (1981-10-14) page 1, line 39 - line 51; figure 1 -----	1,22
X	US 4 512 387 A (RODRIGUEZ LARRY A [US] ET AL) 23 April 1985 (1985-04-23) column 1, line 64 - column 2, line 2; figures 1,2,3,5 -----	1,22

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/GB2011/052155

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
  
  
2.  Claims Nos.: 33 because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:  
see FURTHER INFORMATION sheet PCT/ISA/210
  
  
  
3.  Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
  
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/GB2011/052155

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210**

Continuation of Box II.2

Claims Nos.: 33

Claim 33 does not describe any technical feature, but merely refers to the accompanying description and/or the accompanying drawings. The intended limitations are therefore not clear from this claim in such a way that this claim can not be searched.

The applicant's attention is drawn to the fact that claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established need not be the subject of an international preliminary examination (Rule 66.1(e) PCT). The applicant is advised that the EPO policy when acting as an International Preliminary Examining Authority is normally not to carry out a preliminary examination on matter which has not been searched. This is the case irrespective of whether or not the claims are amended following receipt of the search report or during any Chapter II procedure. If the application proceeds into the regional phase before the EPO, the applicant is reminded that a search may be carried out during examination before the EPO (see EPO Guideline C-VI, 8.2), should the problems which led to the Article 17(2) declaration be overcome.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/GB2011/052155

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 19820379	C1	08-07-1999	DE	19820379 C1	08-07-1999	
			EP	0955712 A1	10-11-1999	
GB 612482	A	12-11-1948	NONE			
FR 2520853	A1	05-08-1983	NONE			
GB 2073498	A	14-10-1981	BE	887013 A1	04-05-1981	
			DE	3101697 A1	07-01-1982	
			FR	2475199 A1	07-08-1981	
			GB	2073498 A	14-10-1981	
US 4512387	A	23-04-1985	NONE			

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(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,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,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,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN

(72)発明者 マーフィ クレイグ

イギリス国 プロムスグローブ ウスター・シャー ビー 6 0 3イーティー イサイドア ロード  
プロムスグローブ テクノロジー パーク ユニット 8 ベースポイント ビジネス セント  
レ シーオー ルック サービシーズ リミテッド

F ターム(参考) 5E050 CA06

5G369 AA01 BA01

【要約の続き】

、特に適していると考えられる。