(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第7296577号
(P7296577)
(45)発行日　令和5年6月23日(2023.6.23)　(24)登録日　令和5年6月15日(2023.6.15)

(51)Int.Cl.　F I
*E01C 11/26 (2006.01)*　E01C 11/26　A

請求項の数 27　(全 25 頁)

(21)出願番号　特願2019-120172(P2019-120172)
(22)出願日　令和1年6月27日(2019.6.27)
(65)公開番号　特開2021-4535(P2021-4535A)
(43)公開日　令和3年1月14日(2021.1.14)
審査請求日　令和4年5月25日(2022.5.25)

(73)特許権者　505389695
首都高速道路株式会社
東京都千代田区霞が関１－４－１
(73)特許権者　591216473
一般財団法人首都高速道路技術センター
東京都港区虎ノ門三丁目１０番１１号
(73)特許権者　513220562
首都高技術株式会社
東京都港区虎ノ門３－１０－１１
(73)特許権者　507230382
首都高メンテナンス西東京株式会社
東京都中央区築地三丁目９番９号
(73)特許権者　510106968
首都高メンテナンス東東京株式会社
東京都中央区日本橋人形町３－８－１
最終頁に続く

(54)【発明の名称】路面加熱装置、その施工方法、路面加熱方法、および路面加熱システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
道路の路面の温度を上昇させる路面加熱装置において、
加熱を要する前記道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、前記路面に対して平面を直交させて前記道路の進行方向に複数埋設される帯状の電熱シートと、
前記複数の電熱シートを連結して電源に接続する接続構造と、
前記接続構造に接続された電熱シートの熱量を前記分割区間毎に制御する制御装置と、
を備えることを特徴とする路面加熱装置。
【請求項２】
降雪を検知する降雪検知手段、
を備え、
前記制御装置は、
前記降雪検知手段が検知する降雪の有無、または降雪量によって前記電熱シートの発熱量を調節すること、
を特徴とする請求項１記載の路面加熱装置。
【請求項３】
前記電熱シートが埋設された道路の温度を検知する地温検知手段、
を備え、
前記制御装置は、
前記地温検知手段が検知した前記道路の温度によって、前記電熱シートの発熱量を調節

すること、
を特徴とする請求項１記載の路面加熱装置。
【請求項４】
前記接続構造は、
前記電源に対して前記電熱シートが並列に接続された並列接続構造であること、
を特徴とする請求項１記載の路面加熱装置。
【請求項５】
前記電熱シートは、
前記電熱シートの短手方向の端部に並列接続される電極部を備えること、
を特徴とする請求項４記載の路面加熱装置。
【請求項６】
前記接続構造は、
前記電源に対して前記電熱シートが直列に接続された直列接続構造であり、
前記直列に接続された電熱シートの通電を監視する通電監視手段、
を備えることを特徴とする請求項１記載の路面加熱装置。
【請求項７】
前記電熱シートは、
前記電熱シートの長手方向の上端に設けられた上端電極部と、
前記電熱シートの長手方向の下端に設けられた下端電極部と、
が直列に接続されること、
を特徴とする請求項６記載の路面加熱装置。
【請求項８】
前記直列接続構造は、
前記施工区間に合わせて形成された長尺電熱シートと、
前記長尺電熱シートに設けられた複数の切り欠き部と、
を供え、
前記切り欠き部は、
前記上端電極部を含んで切り欠いた上端切り欠き部と、
前記下端電極部を含んで切り欠いた下端切り欠き部と、
が交互に形成されること、
を特徴とする請求項７記載の路面加熱装置。
【請求項９】
前記直列接続構造は、
前記長尺電熱シートを前記切り欠き部によって分割した分割電熱シートの出力を、形成する前記切り欠き部の数量によって可変させること、
を特徴とする請求項８記載の路面加熱装置。
【請求項１０】
前記分割区間に埋設された前記電熱シートを、前記分割区間毎に輪番に発熱させる分割区間輪番発熱手段、
を備えることを特徴とする請求項１記載の路面加熱装置。
【請求項１１】
前記電熱シートは、
前記道路のうち、自動車が主に走行する轍箇所に沿って埋設されること、
を特徴とする請求項１記載の路面加熱装置。
【請求項１２】
前記道路と前記電熱シートとの間は、
前記道路の振動や伸縮を吸収する弾力性を備えた緩衝材、
を備えていることを特徴とする請求項１記載の路面加熱装置。
【請求項１３】
前記緩衝材は、

絶縁性、耐水性、および絶縁性を備えたゴム材であること、
を特徴とする請求項１２記載の路面加熱装置。
【請求項１４】
前記緩衝材の表層は、
硬度を有する表面材、
を備えることを特徴とする請求項１２記載の路面加熱装置。
【請求項１５】
前記表面材は、
前記緩衝材の表層に接着された珪砂であること、
特徴とする請求項１４記載の路面加熱装置。
【請求項１６】
前記電熱シートは既設の道路の路面に対して直交方向に設けられた収容溝に収容され、
前記収容溝に前記電熱シートを垂直に支持するための支持部材、
を備え、
前記緩衝材が、前記収容溝と前記電熱シートとの間に充填されること、
を特徴とする請求項１２記載の路面加熱装置。
【請求項１７】
前記支持部材は、
前記緩衝材と同じ材料で形成されること、
を特徴とする請求項１６記載の路面加熱装置。
【請求項１８】
前記緩衝材は、
前記道路の色と識別可能な識別色、
を備えていることを特徴とする請求項１２記載の路面加熱装置。
【請求項１９】
前記緩衝材は、
前記電熱シートから生じる熱量を蓄熱する蓄熱手段、
を備えることを特徴とする請求項１２記載の路面加熱装置。
【請求項２０】
前記電熱シートの下端側は、
前記電熱シートよりも下方向への放熱を防止する断熱手段、
を備えることを特徴とする請求項１記載の路面加熱装置。
【請求項２１】
前記電熱シートは、
カーボン繊維が混ぜ込まれた和紙、
をそなえることを特徴とする請求項１記載の路面加熱装置。
【請求項２２】
前記和紙の周面には、
耐水性、耐熱性、耐衝撃性を備えた前記和紙を保護するための保護材、
を供えることを特徴とする請求項２１記載の路面加熱装置。
【請求項２３】
前記保護材は、
さらに可撓性を供えたブチルゴムであること、
を特徴とする請求項２２記載の路面加熱装置。
【請求項２４】
前記電熱シートは、
前記道路の表層を剥離して補修する際に、剥離される前記表層部分よりも下部に埋設されること、
を特徴とする請求項１記載の路面加熱装置。
【請求項２５】

道路の路面の温度を上昇させる路面加熱装置の施工方法において、
帯状の電熱シートが、加熱を要する前記道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、前記路面に対して平面を直交させて前記道路の進行方向に複数埋設される工程と、
接続構造が、前記複数の電熱シートを連結して電源に接続する工程と、
電熱シートの熱量を前記分割区間毎に制御する制御装置が、前記接続構造に接続される工程と、
を備えることを特徴とする路面加熱装置の施工方法。
【請求項２６】
道路の路面の温度を上昇させる路面加熱方法において、
帯状の電熱シートが、加熱を要する前記道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、前記路面に対して平面を直交させて前記道路の進行方向に複数埋設される工程と、
接続構造が、前記複数の電熱シートを連結して電源に接続する工程と、
制御装置が、前記接続構造に接続された電熱シートの熱量を前記分割区間毎に制御する工程と、
を備えることを特徴とする路面加熱方法。
【請求項２７】
道路の路面の温度を上昇させる路面加熱システムにおいて、
加熱を要する前記道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、前記路面に対して平面を直交させて前記道路の進行方向に複数埋設される帯状の電熱シートと、
前記複数の電熱シートを連結して電源に接続する接続構造と、
前記接続構造に接続された電熱シートの熱量を前記分割区間毎に制御する制御装置とを備える路面加熱装置と、
前記接続構造に電力を供給する移動式電源車両と、
を備えることを特徴とする路面加熱システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、路面加熱装置、路面加熱装置の施工方法、路面加熱方法、および路面加熱システムに関し、特に道路の路面の温度を上昇させる路面加熱装置、路面加熱装置の施工方法、路面加熱方法、および路面加熱システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来から北海道、東北地方、北陸地方などの多雪地域では、冬期の地域活動の維持や地域住民の安全な生活を確保するために、冬期の雪や凍結に対する対策が非常に重要な課題とされている。
【０００３】
一般の雪対策としては、除雪用のスコップによる雪かきが行われており、雪対策事業としては重機や除雪車などによる除雪作業や排雪作業が行われている。また一部の縦断勾配が大きい幹線道路などではロードヒーティングを設置することで凍結路面対策が行われている（たとえば、特許文献１参照）。
【０００４】
たとえば、特許文献１では、簡単で低コストであり、かつ効率良く凍結や積雪を防ぐことのできる道路の凍結防止・融雪構造が公開されている。その凍結防止・融雪構造は、道路１におけるアスファルト舗装２０の基層２１と表層２２の間に、遠赤電熱シート３０が介装されており、表層２２のアスファルトには遠赤外線素子が配合され、さらに、道路１の路肩部には遠赤外線ランプ４０が配置されたものである。
【０００５】
遠赤電熱シート３０に通電することで、表層２２のアスファルトに配合された遠赤外線

素子に遠赤電熱シート３０から放出される遠赤外線が吸収されるため、簡単で低コストであり、かつ効率良く凍結や積雪を防ぐことができる。

【０００６】

また、道路１の路肩部に設置された遠赤外線ランプ４０が、道路１の路面に向けて遠赤外線を照射することで、路面の凍結や積雪を、解凍や融雪することができる。さらに遠赤外線ランプ４０により照射された遠赤外線により、表層２２のアスファルトに配合された遠赤外線素子に遠赤電熱シート３０から放出される遠赤外線が吸収されるため、簡単で低コストであり、かつ効率良く凍結や積雪を防ぐことができる。

【０００７】

ところが、特許文献１で開示された凍結防止・融雪構造を既設の道路に埋設するためには、まずアスファルトやコンクリートで舗装された道路の表層２２にあたる部分を掘削し、残された基層２１の上に遠赤電熱シート３０を水平に敷設する必要がある。

【０００８】

その後、掘削した表層２２の部分をアスファルト舗装やコンクリート舗装などにより埋め戻す作業が必要になる。このため、非常に多くの施工作業がかかるだけでなく、道路の円滑な交通が妨げられる原因ともなっていた。

【０００９】

そこで、道路にロードヒーティングを設置する際に、電熱シートの施工作業を容易に行うことができ、かつ道路の表面の融雪効率を向上することができる道路の加熱構造が開発されている（たとえば、特許文献２参照）。

【００１０】

たとえば、特許文献２の加熱構造では、まずコンクリートＣ製の道路１１の表面１１ａに対して直交方向に収容溝１１ｂを形成し、その形成された収容溝１１ｂ内に帯状の電熱シート１２を表面１１ａに対し直交方向に収容する。次に、収容溝１１ｂの内側面と電熱シート１２の側面との隙間に絶縁性を有するモルタル１３を充填することで、収容溝１１ｂ内に電熱シート１２が埋設固定される。

【００１１】

これにより、道路に電熱シートを埋設するために広い範囲の掘削作業が不要になる。また収容溝１１ｂは、道路カッターなどで容易に収容溝１１ｂを形成できるので、長距離に渡って容易に帯状の電熱シート１２を連続して収容させることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１２】

【特許文献１】特開２００１－８１７１０号公報

【特許文献２】特開２００７－２３１６５５公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１３】

しかし、道路には凍結しやすい場所や、雪が積もりやすい場所や、雪が残りやすい場所がある。たとえば、橋の上の道路などは凍結しやすく、常にビルなどの建設物の影になる場所では雪が残りやすい。また、このような場所は道路上に点々と存在し、道路の環境は一定でない。

【００１４】

このように環境が一定ではない道路に対して、特許文献２のように長い帯状の電熱シートを埋設して道路を温めても、凍結しやすい場所や、雪が積もりやすい場所では融解や融雪の効果はあるが、それ以外の場所では無駄に道路を温めるだけであり、無駄なエネルギーを消費してしまう問題があった。

【００１５】

温度を調節することも考えられるが、ある一定の場所で生じる凍結や、残雪に合わせて、電熱シート全体を高温に設定した場合、凍結や残雪が生じる場所で効果は期待できるが

、それ以外の場所では、無駄に道路を温めるだけであってエネルギーの無駄である。さらに過剰な温度上昇は道路を劣化させる原因ともなる。
逆に、凍結や残雪が生じない場所に合わせて温度を調節しても、凍結や残雪が生じる場所で効果が無く、必要な箇所で融雪や融解ができない
【００１６】
また、道路は自動車による振動や、季節の寒暖差によって伸縮しているため、この振動や伸縮が常に生じてしまう道路に長距離に割ったって電熱シートを埋設すると、道路の振動や伸縮によって電熱シートが損傷してしまうことが考えられる。
【００１７】
たとえば、道路に長距離に渡って埋設された帯状の電熱シートが、道路の振動や伸縮によって、電熱シートの一部でも断線してしまうと、電熱シート全体が温められなくなるという問題が生じる。
【００１８】
さらにこの場合、埋設された電熱シートから断線した場所を探して補修する必要があるが、埋設された電熱シートから断線箇所を特定することは非常に難しく、ロードヒーティングを復旧するには、すべての電熱シートを掘り返したのち、電熱シートの断線箇所を特定するか、新たな電熱シートを埋め直す必要があるため、非常に保守性が悪い。
【００１９】
さらに、埋設された電熱シートを掘り起こすためには、交通量の多い日中であれば片側の走行車線を通行止めにして施工しなくてはならず、交通の妨げになる。また夜間での作業でも交通量の少ない深夜の限られた時間で作業を行わなければならず、大がかりな施工を行うことは難しかった。
【００２０】
本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、省エネルギーで道路を加熱でき、かつ保守性に優れた路面加熱装置、路面加熱装置の施工方法、路面加熱方法、および路面加熱システムを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００２１】
本発明では上記問題を解決するために、道路の路面の温度を上昇させる路面加熱装置において、加熱を要する前記道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、前記路面に対して平面を直交させて前記道路の進行方向に複数埋設される帯状の電熱シートと、前記複数の電熱シートを連結して電源に接続する接続構造と、前記接続構造に接続された電熱シートの熱量を前記分割区間毎に制御する制御装置とを備えることを特徴とする路面加熱装置が提供される。
【００２２】
これにより、帯状の電熱シートが、加熱を要する道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、路面に対して平面を直交させて道路の進行方向に複数埋設され、接続構造が、複数の電熱シートを連結して電源に接続し、制御装置が、接続構造に接続された電熱シートの熱量を分割区間毎に制御する。
【００２３】
また、本発明では、道路の路面の温度を上昇させる路面加熱装置の施工方法において、帯状の電熱シートが、加熱を要する前記道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、前記路面に対して平面を直交させて前記道路の進行方向に複数埋設される工程と、接続構造が、前記複数の電熱シートを連結して電源に接続する工程と、電熱シートの熱量を前記分割区間毎に制御する制御装置が、前記接続構造に接続される工程とを備えることを特徴とする路面加熱装置の施工方法が提供される。
【００２４】
これにより、帯状の電熱シートが、加熱を要する道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、路面に対して平面を直交させて道路の進行方向に複数埋設され、接続構造が、複数の電熱シートを連結して電源に接続し、制御装置が、接続構造に接続された

電熱シートの熱量を分割区間毎に制御する。

【００２５】

また、本発明では、道路の路面の温度を上昇させる路面加熱方法において、帯状の電熱シートが、加熱を要する前記道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、前記路面に対して平面を直交させて前記道路の進行方向に複数埋設される工程と、接続構造が、前記複数の電熱シートを連結して電源に接続する工程と、制御装置が、前記接続構造に接続された電熱シートの熱量を前記分割区間毎に制御する工程とを備えることを特徴とする路面加熱方法が提供される。

【００２６】

これにより、帯状の電熱シートが、加熱を要する道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、路面に対して平面を直交させて道路の進行方向に複数埋設され、接続構造が、複数の電熱シートを連結して電源に接続し、制御装置が、接続構造に接続された電熱シートの熱量を分割区間毎に制御する。

【００２７】

また、本発明では、道路の路面の温度を上昇させる路面加熱システムにおいて、加熱を要する前記道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、前記路面に対して平面を直交させて前記道路の進行方向に複数埋設される帯状の電熱シートと、前記複数の電熱シートを連結して電源に接続する接続構造と、前記接続構造に接続された電熱シートの熱量を前記分割区間毎に制御する制御装置とを備える路面加熱装置と、前記接続構造に電力を供給する移動式電源車両とを備えることを特徴とする路面加熱システムが提供される。

【００２８】

これにより、帯状の電熱シートが、加熱を要する道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、路面に対して平面を直交させて道路の進行方向に複数埋設され、接続構造が、複数の電熱シートを連結して電源に接続し、制御装置が、接続構造に接続された電熱シートの熱量を分割区間毎に制御し、発電車両が、接続構造に電力を供給する。

【発明の効果】

【００２９】

本発明の路面加熱装置、路面加熱装置の施工方法、路面加熱方法、および路面加熱システムによれば、帯状の電熱シートが、加熱を要する道路の進行方向に施工区間を複数に分割した分割区間に、路面に対して平面を直交させて道路の進行方向に複数埋設され、接続構造が、複数の電熱シートを連結して電源に接続し、制御装置が、接続構造に接続された電熱シートの熱量を分割区間毎に制御するので、施工区間を複数に分割した分割区間毎に温度を制御できる。また、分割区間には複数の電熱シートが埋設されているので、不具合が生じた電熱シートだけを交換すればよく保守性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【００３０】

【図１】第１の実施の形態に係るロードヒーティングシステムの概念を示すブロック図である。

【図２】第１の実施の形態に係る電熱シートの詳細を示す正面図である。

【図３】道路に電熱シートを設置する工程を示す道路の進行方向の断面図である。

【図４】制御装置の詳細を示すブロック図である。

【図５】橋脚の上に形成された道路にロードヒーティングシステムを設置した状態を示す上面図、および横断面図である。

【図６】ロードヒーティングシステムを設置した状態を示す進行方向断面図である。

【図７】料金所付近にロードヒーティングシステムを設置した状態を示す上面図である。

【図８】複数の分割区間の制御方法の例を示す図である。

【図９】第２の実施の形態に係るロードヒーティングシステムの概念を示すブロック図である。

【図１０】第２の実施の形態に係る電熱シートの詳細を示す正面図である。

【図１１】第２の実施の形態に係る電熱シートを接続した状態を示す正面図である。
【図１２】第３の実施の形態に係る電熱シートの詳細を示す正面図である。
【図１３】電熱シートの形成方法を示す正面図である。
【発明を実施するための形態】
【００３１】
以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。
〔第１の実施の形態〕
【００３２】
図１は、第１の実施の形態に係るロードヒーティングシステムの概念を示すブロック図である。
図１に示すロードヒーティングシステム１００は、道路や歩道、駐車場などの地面に降雪する雪を融かしたり、地面の凍結を防止したりするためのものである。ここでは、ロードヒーティングシステム１００を既設の道路２００、特に高速道路などの自動車専用道路にロードヒーティングシステム１００を設置した場合を例として以下を説明する。
【００３３】
図１に示すように、ロードヒーティングシステム１００は、電熱シート１１０、地温センサー１２０、降雪センサー１３０、制御装置１４０、電力線１５０、および通信ケーブル１６０を備えている。
【００３４】
電熱シート１１０は、長さ２，０００mm×高さ８０mmのシート状の発熱体であり、道路２００を走行する自動車の進行方向に沿って、道路２００表面から垂直に形成された深さ９０mm×幅２４mmの収容溝に電熱シート１１０の短手方向が鉛直方向に向くように埋設されるものである。
【００３５】
電熱シート１１０は、電力線１５０を介して供給される電力により電熱シート１１０の両側面が発熱し、電熱シート１１０に接する道路２００周辺を加熱することで、道路２００に降雪する雪を融かしたり、地面の凍結を防止したりすることができる。
【００３６】
電熱シート１１０は、道路２００におけるロードヒーティングシステム１００を施工する所定区間を複数に分割した分割区間に複数設置されるものである。
具体的な例としては、ロードヒーティングシステム１００を３ｋｍの施工区間に設置する場合、施工区間を１００に分割した３０mの分割区間に、電熱シート１１０が所定の間隔をあけて任意の枚数で設置され、各電熱シート１１０は、電力線１５０によって並列に接続される。なお、分割区間の距離や分割数、また分割区間に埋設する電熱シート１１０の枚数は施工状況によって変更してもよい。
【００３７】
地温センサー１２０は、電熱シート１１０が埋設された道路２００の温度を計測するための温度センサーであって、電熱シート１１０が収容される収容溝に電熱シート１１０と共に埋設され、その埋設された付近の道路２００の温度を検知する。
【００３８】
地温センサー１２０は分割区間に少なくとも１つ設置され、通信ケーブル１６０を介して接続された制御装置１４０に対して、計測された道路２００の温度を検知して通知する。
【００３９】
また、地温センサー１２０は分割区間に複数埋設される電熱シート１１０付近各や所定の間隔を置いて設置することもでき、埋設された地温センサー１２０付近毎の温度を検知して通知するようにしてもよい。
【００４０】
降雪センサー１３０は、降雪の有無を判断するためのセンサーであって、たとえば電熱シート１１０が埋設された道路２００付近の地上部分に設置される。具体的には、道路２

００付近に配設される防音壁やガードレールなどに固定するとよい。
【００４１】
降雪センサー１３０の例としては、外気温計測手段と水分検出手段とを備え、取得した外気温と水分とにより降雪を判断する水分検知型のセンサーや、赤外線を照射することで障害物である雪を検知する赤外線検知型のセンサーなどが挙げられる。
【００４２】
降雪センサー１３０は分割区間に少なくとも１つ設置され、通信ケーブル１６０を介して接続された制御装置１４０に対して、降雪の有無または降雪量を通知する。また、降雪センサー１３０は分割区間に所定の間隔を置いて複数設置することもでき、設置された降雪センサー１３０付近毎における降雪の有無や降雪量を検知するようにしてもよい。
【００４３】
制御装置１４０は、複数の電熱シート１１０が電力線１５０を介して、また地温センサー１２０および降雪センサー１３０が、それぞれの通信ケーブル１６０を介して接続されており、接続された各機器を制御するためのものであり、ここでは図示しない商用電源などの電源により電力の供給を受けて作動する。
【００４４】
具体的には、制御装置１４０は、通信ケーブル１６０を介して接続された地温センサー１２０から道路２００の温度を取得し、また通信ケーブル１６０を介して接続された降雪センサー１３０から降雪の有無や降雪量を検知し、電熱シート１１０への電力の供給量を制御する。
【００４５】
たとえば、地温センサー１２０があらかじめ決められた温度、たとえば５℃を下回った場合に、電熱シート１１０への電力の供給を開始することで、電熱シート１１０が発熱し、電熱シート１１０が埋設された周囲の道路２００を加熱する。
【００４６】
これにより、道路２００の凍結を防止することができる。また、地温センサー１２０が検知する道路２００の温度によって、電熱シート１１０への電力の供給を変化させて、道路２００の温度を一定に保つようにしてもよい。
【００４７】
また降雪センサー１３０が降雪を検知した場合や、降雪量が増加傾向にあると判断した場合には、電熱シート１１０への電力の供給を開始することで、電熱シート１１０が発熱し、電熱シート１１０が埋設された周囲の道路２００を加熱することで降雪する雪を融解したり、電熱シート１１０への電力の供給を増加させて、道路２００への降雪が残雪になることを防止したりすることもできる。
【００４８】
また制御装置１４０は、ここでは図示しない他の分割区間に設置された他の制御装置１４０に通信ケーブル１６０で接続してもよく、これらの通信ケーブル１６０で接続された複数の制御装置１４０を図示しないインターネットなどのネットワークに有線または無線で接続し、インターネットなどのネットワークに接続されたコンピューターなどの端末機器を用いて外部から各々の制御装置１４０を制御するようにしてもよい。
【００４９】
電力線１５０は、電熱シート１１０と制御装置１４０とを接続し、制御装置１４０から供給される電力を電熱シート１１０まで送信するためのものであり、たとえば耐熱性、耐水性、柔軟性などを備えたキャブタイヤケーブルなどが挙げられる。
【００５０】
通信ケーブル１６０は、たとえば光ファイバーケーブルやＬＡＮ（local area network）ケーブルなどの有線で情報を送信するためのものである。本実施の形態では、地温センサー１２０や降雪センサー１３０を制御装置１４０と通信ケーブル１６０を介して接続させるが、このほか近距離無線通信技術を用いて無線で地温センサー１２０や降雪センサー１３０を制御装置１４０に接続するようにしてもよい。

【００５１】
上記のように本実施の形態のロードヒーティングシステム１００では、道路２００におけるロードヒーティングシステム１００を施工する所定区間を複数に分割した分割区間に電熱シート１１０が複数埋設され、分割区間毎に制御装置１４０が電熱シート１１０の動作を制御できるので、分割区間毎に各々の温度の制御を行うことができる。このため、道路２００の加熱が不要な部分で電熱シート１１０が発熱することがなくなるので、エネルギー効率がよくなる。
【００５２】
また、電熱シート１１０が電力線１５０によって並列に接続されているため、地震や自動車による道路２００の振動や寒暖差による伸縮によって複数設置された電熱シート１１０のうち一の電熱シート１１０が断線したとしても、他の電熱シート１１０に影響を与えることなく発熱することができる。
【００５３】
また断線などにより発熱しなくなった電熱シート１１０は、温度が上昇しないので、外部から断線した電熱シート１１０の場所が特定しやすく、電熱シート１１０を交換する際にも、その部位（２，０００mm強）だけを掘削して断線した電熱シート１１０を交換すればよく、保守性も向上する。
【００５４】
また電熱シート１１０が並列に接続された制御装置１４０に、電熱シート１１０への通電を検知する通電検知手段や漏電を検知する漏電検知手段を備えておくことで、外部から温度を確認して断線した電熱シート１１０の場所を特定しなくてもよい。また通電検知手段が、電熱シート１１０が通電しなくなった場合に、管理者などへ警告を通知するようにしてもよい。
【００５５】
図２は、第１の実施の形態に係る電熱シートの詳細を示す正面図である。
図２に示すように、電熱シート１１０は、長さ２，０００mm×高さ８０mm×厚さ１mmの矩形のシート状の発熱体であり、発熱部１１１、電極部１１２、および保護シート部１１３を備えている。
【００５６】
発熱部１１１は、電圧をかけることで発熱する矩形のシート状の発熱帯体である。発熱部１１１は、たとえばカーボン繊維を混ぜ込んだ和紙からなり、従来の金属線ヒーターのように電線の集まりが発熱するのではなく、電圧がかけられたシート状の発熱部１１１が均一に発熱するので、線ではなく発熱部１１１全体が面で発熱する。
【００５７】
これにより、発熱部１１１に接触する道路２００は、より広い面状で温められるので、効率的に発熱部１１１で発生させた熱量を道路２００に伝導させることができ、道路２００が温まることで、道路２００の表面に付着した氷や雪を融解させたりることができる。また、雪が道路２００の表面に付着したり、道路２００の表面が凍結したりすることを防止することもできる。
【００５８】
電極部１１２は、発熱部１１１の長手方向の両端に設けられる端子であって、発熱部１１１に電流を流すための陽極側および陰極側が設けられる。電極部１１２には、ここでは図示しない電力線１５０によって制御装置１４０に並列に接続される。このように、電熱シート１１０を制御装置１４０に並列に接続することで、一部の電熱シート１１０が破損した場合でも、他の電熱シート１１０が発熱を停止することなく道路２００を加熱することができる。
【００５９】
また、破損した電熱シート１１０を一枚単位で交換することができるため、破損した電熱シート１１０が埋設された部分の道路２００だけを掘削して、破損した電熱シート１１０だけを交換すればよいので、修理およびメンテナンス作業が軽減されて保守性を向上す

ることができる。

【００６０】

保護シート部１１３は、電熱シート１１０および電熱シート１１０と電極部１１２との接続部を保護するためのフィルムであって、たとえばポリエチレンテレフタレートなどの耐水性、耐熱性、耐衝撃性を備えた強靭なフィルムであり、電熱シート１１０および電熱シート１１０と電極部１１２との接続部を挟み込むように両側面から保護シート部１１３で圧着する。

また、保護シート部１１３は、耐熱性、耐寒性、耐候性、耐水性などに優れたブチルゴムを利用することもできる。

【００６１】

図３は、道路に電熱シートを設置する工程を示す道路の進行方向の断面図である。

図３（１）は、道路２００に電熱シート１１０を収容するための電熱シート収容溝２１１、および電力線１５０や通信ケーブル１６０を収容するためのケーブル収容溝２１２が形成された様子を示している。

【００６２】

電熱シート収容溝２１１は、ロードヒーティングシステム１００の施工区間の道路２００の進行方向に沿って、道路カッターなどで深さ９０ｍｍ×幅２４ｍｍの溝を道路２００に形成したものである。

【００６３】

なお、電熱シート収容溝２１１の形成する場所は、道路２００を走行する自動車が主に走行する轍箇所に沿って一車線に付き２本の電熱シート収容溝２１１を形成するとよい。これにより、自動車が走行する轍箇所を中心に道路２００が温められるので、轍箇所を中心に積雪や道路２００の凍結の防止、または雪や氷を融解することができ、道路２００の安全性を向上させることができる。

【００６４】

また例え積雪により、道路２００に引かれた白線が見えなくなったとしても、自動車が主に走行する轍箇所に沿って電熱シート１１０が埋設され、電熱シート１１０の発熱により道路２００の轍箇所周辺では積雪や道路２００の凍結が防止されているため、自動車の運転手に轍箇所を明確に示すことができる。これにより道路２００上を運転する自動車の安全性を向上させることができる。

【００６５】

ケーブル収容溝２１２は、施工区間を分割した分割区間の両端側に、道路２００を横断する方向に、道路カッターなどで深さ９０ｍｍ×幅２４ｍｍの溝を道路２００に形成したものである。

【００６６】

たとえば、ロードヒーティングシステム１００を３ｋｍの施工区間に設置し、分割区間を３０ｍとして施工区間を１００に分割した場合、分割区間の３０ｍ毎にケーブル収容溝２１２を形成する。

【００６７】

図３（２）は、道路２００に形成された電熱シート収容溝２１１、およびケーブル収容溝２１２に、電熱シート１１０、電力線１５０、および通信ケーブル１６０を設置した様子を示している。

【００６８】

まず、道路２００に形成された電熱シート収容溝２１１の底部には、電熱シート収容溝２１１の長手方向に沿って断熱材２１３が充填される。断熱材２１３は、電熱シート１１０が発生する熱を道路２００の下方向、つまり電熱シート収容溝２１１の底部から下に熱を逃がさないためのものである。

【００６９】

断熱材２１３は、たとえばポリスチレンフォームやセルロースファイバーなどの断熱性と耐水性に優れた素材で形成されており、このような断熱性と耐水性を備えた断熱材２１

３を、電熱シート収容溝２１１の底部から１０ｍｍ～３０ｍｍへ設置することで、熱損失の多い鋼床版の道路基礎やコンクリート床版、また橋梁構造の路面基礎構造部に対して、下方向への熱伝導を防止し、道路２００の水平方向への熱の伝導性を向上させることができる。

【００７０】

次に、電熱シート１１０の短手方向が鉛直方向に向くように電熱シート収容溝２１１に沿って電熱シート１１０を挿入する。また電熱シート１１０の上端が道路２００の表面から露出しないように設置する。また、ここでは図示しない地温センサー１２０も電熱シート１１０と同様に電熱シート収容溝２１１の任意の場所に設置しておく。

【００７１】

なお電熱シート１１０の高さは電熱シート収容溝２１１の深さ９０ｍｍに対して８０ｍｍなので、電熱シート収容溝２１１の底部に設置した断熱材２１３に電熱シート１１０の下端が埋め込まれるように設置するようにしてもよい。

【００７２】

また電熱シート１１０を電熱シート収容溝２１１に設置するには、電熱シート収容溝２１１の中心で電熱シート１１０が固定されるように、電熱シート１１０と電熱シート収容溝２１１との隙間に支持体２１４を挿入しておくとよい。

【００７３】

支持体２１４は、後に電熱シート１１０と電熱シート収容溝２１１との隙間に充填する目地材２１５と同質の材料を硬化させたもので形成され、電熱シート１１０と電熱シート収容溝２１１との隙間に目地材２１５を充填する際に妨げにならない形状で形成される。

【００７４】

支持体２１４は、たとえば電熱シート１１０と電熱シート収容溝２１１との隙間を埋める十分な幅を備えた中実の棒体や板体などであり、一定の間隔をあけて電熱シート１１０と電熱シート収容溝２１１との隙間に設置される。支持体２１４は、目地材２１５と同質の材料で形成されるため、後に目地材２１５と一体になる。

【００７５】

電熱シート１１０に接続された電力線１５０や、地温センサー１２０に接続された通信ケーブル１６０も電熱シート収容溝２１１に沿って配線し、分割区間の両端側に設けられたケーブル収容溝２１２に集線する。

【００７６】

なお、電力線１５０や通信ケーブル１６０は、あらかじめＣＤ（Combined Duct）管などの合成樹脂製の可とう電線管に通してから電熱シート収容溝２１１やケーブル収容溝２１２に設置するとよい。

【００７７】

図３（３）は、電熱シート１１０と電熱シート収容溝２１１との隙間、およびケーブル収容溝２１２に目地材２１５を充填した様子を示している。

目地材２１５は、弾力性と絶縁性と耐水性とを備えた素材で構成され、たとえば末端水酸基ポリブタジエンを用いたウレタンゴムであって、施工の際は液状であり後に硬化して強度と可とう性とを得られるものが望ましく、電熱シート１１０と電熱シート収容溝２１１との隙間、およびケーブル収容溝２１２に充填される。

【００７８】

末端水酸基ポリブタジエンを用いたウレタンゴムである目地材２１５を充填することで、電熱シート１１０と電熱シート収容溝２１１との隙間、およびケーブル収容溝２１２に充填する際は液状で施工性がよく、硬化すると高い可とう性と強度を得ることができる。

【００７９】

このため、電熱シート１１０と電熱シート収容溝２１１との隙間にモルタルを充填した場合と比較すると、可とう性の高い目地材２１５が道路２００の振動や寒暖差による道路２００の伸縮に柔軟に対応することができるので、道路２００の振動や寒暖差による道路２００の伸縮による電熱シート１１０の損傷を低減することができる。

【００８０】
さらに、電熱シート１１０を自動車が走行する轍箇所に埋設しても、自動車の振動を目地材２１５が吸収するので、交通量が多い道路でも、電熱シート１１０の損傷を低減させることができ、電熱シート１１０を長期に利用することができる、
【００８１】
また前述の支持体２１４は、目地材２１５である末端水酸基ポリブタジエンを用いたウレタンゴムを硬化させたもので形成されており、目地材２１５が硬化することで目地材２１５と支持体２１４とが一体化する。
【００８２】
また、目地材２１５は、融雪剤や凍結防止剤等で用いられる塩化カルシウム類に対する耐力を備えることで、道路２００に散布された融雪剤や凍結防止剤等で目地材２１５が劣化し、電熱シート収容溝２１１に浸入してしまうことを防止することができる。
【００８３】
また、目地材２１５に酢酸ナトリウム３水塩や硫酸ナトリウム１０水塩などの融解潜熱が高い材料を含有させることで、目地材２１５の蓄熱性を増加させるようにしてもよい。目地材２１５が高い蓄熱性を備えることで、保温性が向上し、省エネルギーで道路２００を温めることができる。
【００８４】
また、目地材２１５に融解潜熱が高い材料を含有だけでなく、蓄熱性の高い素材を電熱シート１１０と道路２００との間、または電熱シート１１０と目地材２１５との間に設け、電熱シート１１０が発生する熱を蓄熱性の高い素材蓄熱するようにしてもよい。
【００８５】
図３（４）は、電熱シート収容溝２１１に充填された目地材２１５の上端部に表面材２１６を敷設した様子を示している。
電熱シート収容溝２１１に充填される目地材２１５の最上面は、道路２００の表面よりも下になるように充填しておき、その段差を埋めて道路２００の表面と均一になるように表面材２１６を敷設する。
【００８６】
表面材２１６は、たとえば珪砂であって、目地材２１５よりも硬質な材質が電熱シート収容溝２１１に充填された目地材２１５の上端部に敷設される。表面材２１６は、目地材２１５が硬化する前に目地材２１５の上端部に散布することで、目地材２１５に目地材２１５を吸着させることができる。
【００８７】
このように弾力性を備えた目地材２１５の上端部に、目地材２１５よりも硬質な材質の表面材２１６が敷設されることで、自動車の走行による目地材２１５の剥離や摩耗を防止することができ、電熱シート１１０を保護することができる。
【００８８】
なお、本実施の形態では、電熱シート１１０を長さ２，０００mm×高さ８０mm、また電熱シート収容溝２１１を深さ９０mm×幅２４mmとして説明したが、電熱シート１１０や電熱シート収容溝２１１のサイズは、たとえば電熱シート１１０を、長さ５００mm～５０００mm、高さ４０mm～８０mm、幅９mm～２４mm、電熱シート収容溝２１１を深さ５０mm～９０mmなど任意の大きさに調節して施工することもできる。
【００８９】
具体的には、電熱シート１１０の高さを小さく、または電熱シート収容溝２１１の深さを形成して、アスファルト補修時にアスファルトを剥離する対象となる道路２００の表層３０mm～５０mmよりも下層に電熱シート１１０を埋設することで、アスファルトの補修工事を行う場合でも、ロードヒーティングシステム１００に影響を与えることなくアスファルトを剥離することができる。
【００９０】
また、電熱シート１１０と電熱シート収容溝２１１との隙間、およびケーブル収容溝２

１２に充填する目地材２１５を、たとえば白色や黄色などの道路２００と識別可能な色に着色することで、アスファルトの補修工事などの道路２００の掘削時に電熱シート１１０が埋設された部分を明確にすることができる。

【００９１】

図４は、制御装置の詳細を示すブロック図である。

図４に示すように、制御装置１４０は、給電部１４１、地温監視部１４２、降雪監視部１４３、および電源部１４４を備えている。

【００９２】

給電部１４１は、地温監視部１４２、降雪監視部１４３、電源部１４４、電熱シート１１０、および他の制御装置１４０が接続されたネットワーク３００に接続されており、接続された電熱シート１１０への電力の供給量を調節するためのものである。

【００９３】

地温監視部１４２は、地温センサー１２０に接続されており、電熱シート１１０が埋設された道路２００の温度を地温センサー１２０検知し、その温度を監視するためのものである。

【００９４】

地温監視部１４２が道路２００の温度を監視し、あらかじめ決められた温度より道路２００の温度が低下すると、地温監視部１４２は給電部１４１に道路２００の温度を増加させるための信号を送信し、給電部１４１は電熱シート１１０への電力の供給量を増加させる。

【００９５】

また地温監視部１４２が道路２００の温度を監視し、あらかじめ決められた温度より道路２００の温度に達すると、地温監視部１４２は給電部１４１に道路２００の温度を維持するための信号を送信し、給電部１４１は電熱シート１１０への電力の供給量を低減させる。

【００９６】

降雪監視部１４３は、降雪センサー１３０に接続されており、降雪センサー１３０が設置された場所の降雪状況を降雪センサー１３０が検知し、その降雪状況を監視するためのものである。

【００９７】

降雪センサー１３０が設置された道路２００の降雪状況を降雪監視部１４３が監視し、降雪センサー１３０が降雪を検知した場合や、降雪量が増加傾向にあると降雪監視部１４３が判断すると、降雪センサー１３０は給電部１４１に道路２００の温度を増加させるための信号を送信し、給電部１４１は電熱シート１１０への電力の供給量を増加させる。

【００９８】

このように、給電部１４１は接続された地温センサー１２０や降雪監視部１４３から送信された信号に基づいて、電熱シート１１０への電力の的確な供給量を給電することができる。

【００９９】

また給電部１４１は、他の分割区間に設置された他の制御装置１４０に通信ケーブル１６０で接続してもよく、これらの通信ケーブル１６０で接続された複数の制御装置１４０を図示しないインターネットなどのネットワークに接続し、インターネットなどのネットワークに接続されたコンピューターなどの端末機器を用いて外部から各々の制御装置１４０を制御することもできる。

【０１００】

電源部１４４は、給電部１４１および道路２００近辺に設置された商用電源Ｐに接続されており、給電部１４１を介して商用電源Ｐから得られた電力を、ロードヒーティングシステム１００を構成する各機器に電力を供給するためのものである。商用電源Ｐは電力会社などから供給される電力の他にも、ソーラーパネルや風力発電などの自然エネルギーによる発電による電力や、ガソリンなどの燃料により発電する発電機による電力などでもよ

い。
【０１０１】
図５は、橋脚の上に形成された道路にロードヒーティングシステムを設置した状態を示す上面図、および横断面図である。
図５の横断面図に示すように、橋脚２２０は、所定の間隔で配設される柱部２２１と柱部２２１に架設される梁部２２２とで構成され、コンクリート製または鋼鉄製による床板２２３が２つの梁部２２２に架けて架設されている。さらに道路２００は、床板２２３の上に形成されている。
【０１０２】
また図５の上面図に示すように、道路２００は、中央分離帯２３１を挟んで片側２車線が形成されており、各車線は車道中央線２３２で各車線が区画されており、各車線の車道中央線２３２と反対側には車道外側線２３３で車道と路肩、または車道と中央分離帯２３１とが区画されている。また、道路２００の外側には、橋から人や自動車などの落下を防止するための壁高欄や、騒音を防止するための防音壁などの壁部２３４が形成されている。
【０１０３】
電熱シート１１０は、各車線の自動車が走行する轍箇所に埋設される。また、床板２２３と床板２２３とのつなぎ目は、道路２００の振動や寒暖差による道路２００の伸縮による影響を受けやすく、床板２２３と床板２２３とを接合する目地材が挿入されているため、電熱シート１１０を埋設する分割区間は、図５の上面図に示すようにそのつなぎ目をまたがないように設けるとよい。また制御装置１４０や降雪センサー１３０は、壁部２３４などに設けるとよい。
【０１０４】
図６は、ロードヒーティングシステムを設置した状態を示す進行方向断面図である。
図６に示すように、電熱シート１１０は、自動車４００が走行する際に、タイヤと道路２００とが主に接する轍箇所、たとえば車道中央線２３２と車道外側線２３３との間に２列に電熱シート１１０が埋設される。
【０１０５】
これにより、自動車４００が走行する轍箇所を中心に道路２００が温められるので、轍箇所を中心に積雪や道路２００の凍結の防止、または雪や氷を融解することができ、道路２００の安全性を向上させることができる。
【０１０６】
道路２００に埋設された複数の電熱シート１１０は、電力線１５０を介して壁部２３４に固定された制御装置１４０に接続される。また電熱シート１１０が埋設された道路２００の温度を計測するための地温センサー１２０も、通信ケーブル１６０を介して壁部２３４に固定された制御装置１４０に接続される。
【０１０７】
図７は、料金所付近にロードヒーティングシステムを設置した状態を示す上面図である。
図７に示すように、料金所付近では、ロードヒーティングシステム１００への電力供給を商用電源Ｐの代わりに、ディーゼルエンジンやガスタービン駆動の発電機を積載した移動式の電源車両５００を利用することもできる。
【０１０８】
たとえば、複数ある料金所のレーンのうち、任意のレーンを通行止めにし、電源車両５００を停車させ、制御装置１４０の電源部１４４と電源車両５００とを接続し、電源車両５００が発電した電力をロードヒーティングシステム１００に供給する。
【０１０９】
このように、移動式の電源車両５００を利用することで、災害時などで停電した場合でもロードヒーティングシステム１００を利用することができ、道路２００の安全性を保守することができる。

【０１１０】
図８は、複数の分割区間の制御方法の例を示す図である。
図８（１）に示すように、道路２００の分割区間で複数の電熱シート１１０が埋設され、その埋設された複数の電熱シート１１０は、１つの制御装置１４０に接続されて制御されている。また一の制御装置１４０は、他の制御装置１４０とインターネットなどのネットワーク３００を介して接続されており、そのネットワーク３００に接続されたコンピューター６００により各制御装置１４０は制御される。
【０１１１】
道路２００に複数設置される制御装置１４０は、区間Ａと区間Ｂと２つのグループが割り当てられ、その割り当てられた区間Ａと区間Ｂとが交互に連結するように構成されている。
【０１１２】
まず図８（２）に示すように、ロードヒーティングシステム１００の運用開始時は、区間Ａに割り振られた分割区間を加熱する。具体的には、区間Ａに割り当てられた分割区間に埋設された電熱シート１１０に制御装置１４０が電力を供給する。
【０１１３】
次に、図８（３）に示すように、区間Ｂに割り振られた分割区間を加熱する。具体的には、区間Ｂに割り当てられた分割区間に埋設された電熱シート１１０に制御装置１４０が電力を供給する。
【０１１４】
この図８（２）と図８（３）のように区間Ａへの加熱と区間Ｂへの加熱とを交互に、たとえば５分や１０分程度のインターバルで区間Ａへの加熱と区間Ｂへの加熱とを交互に行うことで、降雪初期の電源電力負荷を半減させることができる。
【０１１５】
さらに、道路２００に複数設置される制御装置１４０を区間Ａ、区間Ｂ、区間Ｃの３つのグループを割り当てて、その割り当てられた区間Ａ、区間Ｂ、区間Ｃが順に連結するように構成され、これらをグループ毎に輪番制で加熱することで、電源電力負荷を１／３にするようにしてもよい。
【０１１６】
なお、本実施の形態では、既設の道路２００に電熱シート収容溝２１１を形成して、その電熱シート収容溝２１１に電熱シート１１０を収容したが、新設の道路を形成する際に、あらかじめ電熱シート１１０の周囲に目地材２１５で覆ったものを設置することもできる。
【０１１７】
〔第２の実施の形態〕
次に、本発明の第２の実施の形態について説明する。本実施の形態のロードヒーティングシステム１００は、電熱シート１１０の接続方法が異なる以外は、第１の実施の形態で示した構成とほぼ同様である。このため、上記第１の実施の形態とほぼ同様の構成部分については同一の符号を付すなどして適宜その説明を省略する。
【０１１８】
図９は、第２の実施の形態に係るロードヒーティングシステムの概念を示すブロック図である。
図９に示すように、ロードヒーティングシステム１００は、電熱シート１１０、地温センサー１２０、降雪センサー１３０、制御装置１４０、電力線１５０、通信ケーブル１６０、および通電監視部１７０を備えている。
【０１１９】
電熱シート１１０は、分割区間に所定の間隔をあけて複数埋設され、各電熱シート１１０は、電力線１５０によって直列に接続される。なお、分割区間の距離や分割数、また分割区間に埋設する電熱シート１１０の枚数は施工状況によって変更してもよい。
【０１２０】

また各電熱シート１１０には、電熱シート１１０の通電状況を監視する通電監視部１７０が電熱シート１１０を跨ぐように備えられている。通電監視部１７０は定期的に対応する電熱シート１１０が正確に通電しているか確認を行い、図示しない通信ケーブル１６０を介して接続された制御装置１４０に確認結果を通知する。

【０１２１】

電熱シート１１０が通電していないことを通電監視部１７０が検知した場合、直ちに制御装置１４０に対応する電熱シート１１０が通電していないことを知らせる信号を通知し、ネットワーク３００を介して、制御装置１４０は管理者に電熱シート１１０が通電していないことを知らせる。

【０１２２】

直列で接続された電熱シート１１０の１つが通電しなくなると、分割区間全体が加熱できなくなるが、通電監視部１７０が定期的に通電状況を監視し、通電しなかった電熱シート１１０の場所を特定できるので、すみやかに通電しなかった発熱シート１１０の部位だけを修理または交換すればよいので、従来よりも保守性は大いに向上させることができる。

【０１２３】

図１０は、第２の実施の形態に係る電熱シートの詳細を示す正面図である。

図１０に示すように、電熱シート１１０は、長さ２，０００ｍｍ×高さ８０ｍｍ×厚さ１ｍｍの矩形のシート状の発熱体であり、発熱部１１１、電極部１１２、および保護シート部１１３を備えている。

【０１２４】

電極部１１２は、発熱部１１１の長手方向の上端と下端に連続して設けられる端子であって、発熱部１１１に電流を流すための陽極側および陰極側が設けられる。電極部１１２には、ここでは図示しない電力線１５０によって制御装置１４０に直列に接続される。

【０１２５】

なお、ここでは電熱シート１１０の上端左側に突出して設けられる電極部１１２を電極部１１２Ａ、電熱シート１１０の下端右側に突出して設けられる電極部１１２を電極部１１２Ｂとして以下を説明する。

【０１２６】

電熱シート１１０は、通電監視部１７０が特定した破損した電熱シート１１０を一枚単位で交換することができるため、破損した電熱シート１１０が埋設された部分の道路２００だけを掘削して、破損した電熱シート１１０だけを交換すればよいので、修理およびメンテナンス作業が軽減されて保守性を向上することができる。

【０１２７】

図１１は、第２の実施の形態に係る電熱シートを接続した状態を示す正面図である。

図１１（１）に示すように、各電熱シート１１０は直列に接続され、電力線１５０を介してここでは図示しない制御装置１４０に接続される。また通電監視部１７０は省略する。

【０１２８】

具体的な接続例としては、電熱シート１１０－１の電極部１１２Ａには、電力線１５０を介して制御装置１４０が有する給電部１４１が接続される。また電熱シート１１０－１の電極部１１２Ｂには、電熱シート１１０を表裏反転させた状態の電熱シート１１０－２の電極部１１２Ｂが接続される。

【０１２９】

さらに電熱シート１１０－２の電極部１１２Ａには、電熱シート１１０－３の電極部１１２Ａが接続されるように、電熱シート１１０の表裏が交互になるようにして連続的に接続される。これにより抵抗を分圧することができる。

【０１３０】

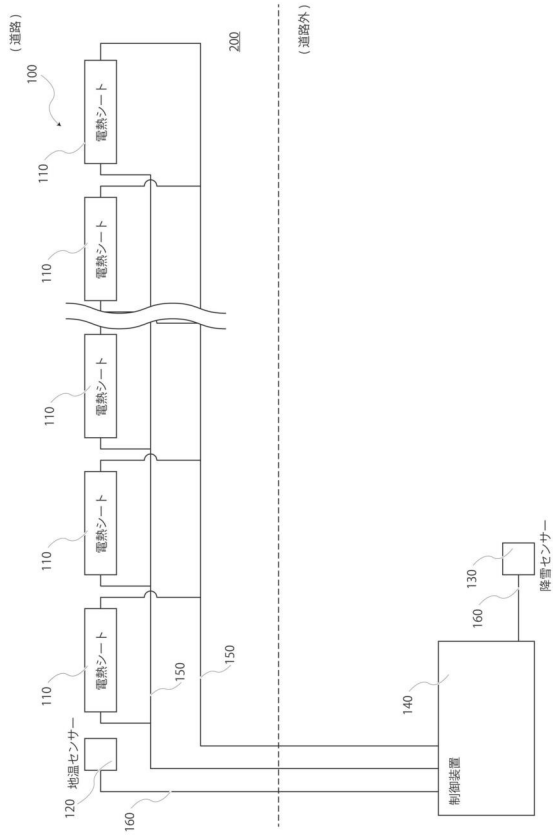
このとき、電熱シート１１０－１では電流が電極部１１２Ａから電極部１１２Ｂに向かって流れることで発熱部１１１が発熱し、電熱シート１１０－２では電極部１１２Ｂから

電極部１１２Ａに向かって流れることで発熱部１１１が発熱する。
【０１３１】
また、図１１（２）のように、電極部１１２Ａと電極部１１２Ａ、または電極部１１２Ｂと電極部１１２Ｂとの接続部分に角度をもたせて接続することで、電熱シート１１０を道路の不陸や傾斜に合わせて設置することができる。
【０１３２】
具体的には、高速道路における料金所や出入り口付近などでは、道路に傾斜が設けられており、電極部１１２の接続部に角度をもたせて接続することで、このような道路の傾斜や不陸に合わせて電熱シート１１０を接続することができる。
【０１３３】
なお、本実施の形態では、ロードヒーティングシステム１００を、通電監視部１７０および通信ケーブル１６０を備える形態で説明したが、通電監視部１７０および、通電監視部１７０と制御装置１４０とを接続する通信ケーブル１６０を除いたロードヒーティングシステム１００を道路２００に埋設するようにしてもよい。
【０１３４】
これらの通電監視部１７０および通信ケーブル１６０を省略化することで、電熱シート収容溝２１１やケーブル収容溝２１２に収容される通電監視部１７０や通信ケーブルの容積を削減することができるので、形成する電熱シート収容溝２１１やケーブル収容溝２１２を電熱シート１１０が最低限収容可能な容積まで縮小化することができる。
【０１３５】
これにより、道路２００への電熱シート収容溝２１１やケーブル収容溝２１２を掘削するための作業時間を短縮することができ、夜間作業のような深夜の限られた時間での施工や、
極めて短時間での工期を求められる施工現場への対応を可能にすることができる。
【０１３６】
〔第３の実施の形態〕
次に、本発明の第３の実施の形態について説明する。本実施の形態のロードヒーティングシステム１００は、電熱シート１１０の形成方法が異なる以外は、第２の実施の形態で示した構成とほぼ同様である。このため、上記第２の実施の形態とほぼ同様の構成部分については同一の符号を付すなどして適宜その説明を省略する。
【０１３７】
図１２は、第３の実施の形態に係る電熱シートの詳細を示す正面図である。
図１２に示すように、電熱シート１１０は、高さ８０ｍｍ×厚さ３～７ｍｍの矩形のシート状の発熱体であり、発熱部１１１、電極部１１２、および保護シート部１１３を備えており任意の長さで形成される。たとえば電熱シート１１０は数十メートルや数百メートルの長さで形成され、ロール状などに巻かれた状態で現場に搬入することができる。
【０１３８】
電極部１１２は、発熱部１１１の長手方向の両端に設けられる端子であって、発熱部１１１に電流を流すための陽極側および陰極側が設けられる。この電極部１１２を上方向、または下方向から切断するようにして電熱シート１１０に切り欠きを形成することで、第２の実施の形態に係る電熱シート１１０を直列に接続した状態と同じ状態を形成することができる。詳細は後述する。
【０１３９】
保護シート部１１３は、電熱シート１１０および電熱シート１１０と電極部１１２との接続部を保護するための保護材であって、たとえばブチルゴムなどの可撓性、耐熱性、耐寒性、耐候性、耐水性などに優れた厚さ２ｍｍ程度の素材で、電熱シート１１０および電熱シート１１０と電極部１１２との接続部を挟み込むように両側面から保護シート部１１３で接着する。保護シート部１１３の外側面は、はく離紙などで保護しておくことで、保護シート部１１３が他の部位と接着してしまうことを防止することができる。
【０１４０】

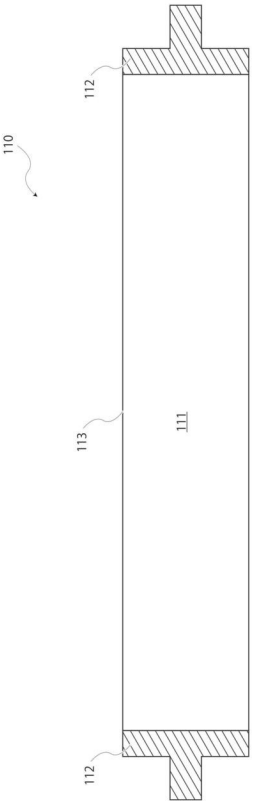
図１３は、電熱シートの形成方法を示す正面図である。
図１３（１）に示すように、任意の長さに形成された電熱シート１１０は、切り欠き部１１４を供えている。
【０１４１】
切り欠き部１１４は、ロードヒーティングシステム１００を設置する道路の状況によって任意の箇所に設けられ、電極部１１２を上方向、または下方向から一方の電極部１１２のみを切断するようにして電熱シート１１０に切り欠き部１１４が形成される。
【０１４２】
具体的な電熱シート１１０の設置方法を以下に説明する。
まず、ロール状などに巻かれた状態で任意の長さに形成された電熱シート１１０を、設置する電熱シート収容溝２１１の長さに合わせて切断する。
【０１４３】
次に、電熱シート１１０に切り欠き部１１４を形成する。切り欠き部１１４は、切断された電熱シート１１０の両端部に電極部１１２の一方側が露出するように形成され、かつ電極部１１２を上方向、または下方向から切断するようにして電熱シート１１０に切り欠きを形成する。これにより、第２の実施の形態に係る電熱シート１１０を直列に接続した状態と同じ状態を形成することができ、電熱シート１１０の抵抗を分圧することができる。
【０１４４】
また、電熱シート１１０に形成する切り欠き部１１４の数量を増減させることで、電熱シート１１０の出力を可変することもできる。具体的には、切り欠き部１１４の数量を少なくすることで、電熱シート１１０全体の電気抵抗値は小さくなるため、電熱シート１１０の出力を高めることができる。また、切り欠き部１１４の数量を多くすることで、電熱シート１１０全体の電気抵抗値は大きくなるため、電熱シート１１０の出力を低くすることができる。
【０１４５】
上記のように、電熱シート１１０に形成する切り欠き部１１４の数量を調整することで、電力を供給する電源が直流、交流、１２Ｖ、２４Ｖ、４８Ｖ、１００Ｖ、２００Ｖ、４００Ｖなど、あらゆる電源種類であっても現場で適宜対応させて施工することができる。
【０１４６】
さらに、図１３（２）のように、電熱シート１１０に切り欠き部１１４を形成することで、形成された切り欠き部１１４で接続されている電極部１１２の付近で湾曲させることができる。これにより、電熱シート１１０を道路の不陸や傾斜に合わせて設置することができる。
【０１４７】
さらに、道路に形成された電熱シート収容溝２１１に合わせて、電熱シート１１０を切断し、その切断した電熱シート１１０に切り欠き部１１４を形成するの、施工現場の対応性を向上させることができる。
【０１４８】
なお、切り欠き部１１４の形成には、あらかじめ金型などで形成された抜き型を用意することで、所定の形状の切り欠き部１１４を電熱シート１１０に形成することができる。これにより、均一な形状の切り欠き部１１４を電熱シート１１０に形成することができ、施工品質の安定性を向上することができる。
【符号の説明】
【０１４９】
１００　ロードヒーティングシステム
１１０　電熱シート
１２０　地温センサー
１３０　降雪センサー
１４０　制御装置

１５０　電力線
１６０　通信ケーブル
２００　道路

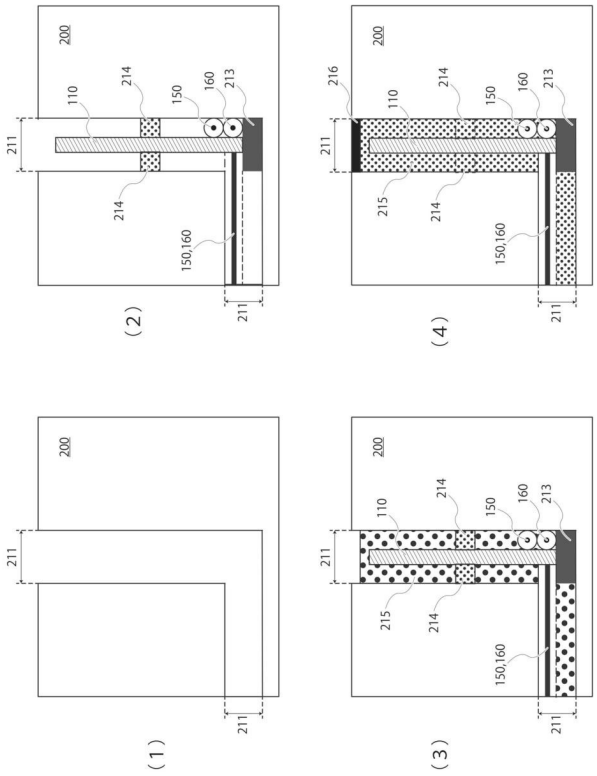
【図１】



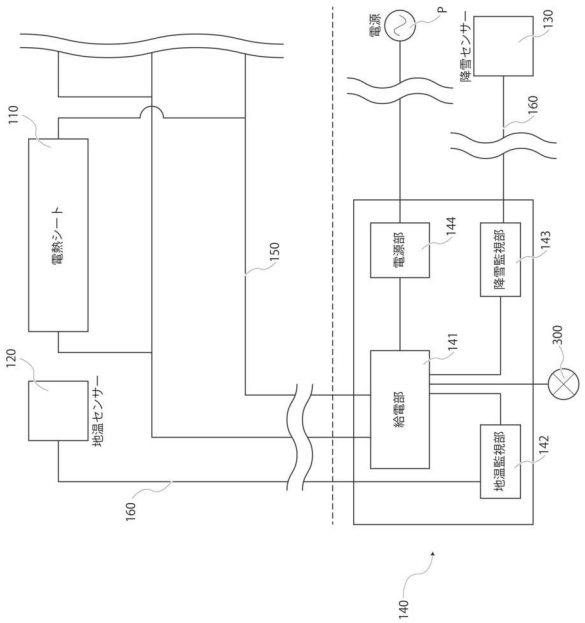

【図２】



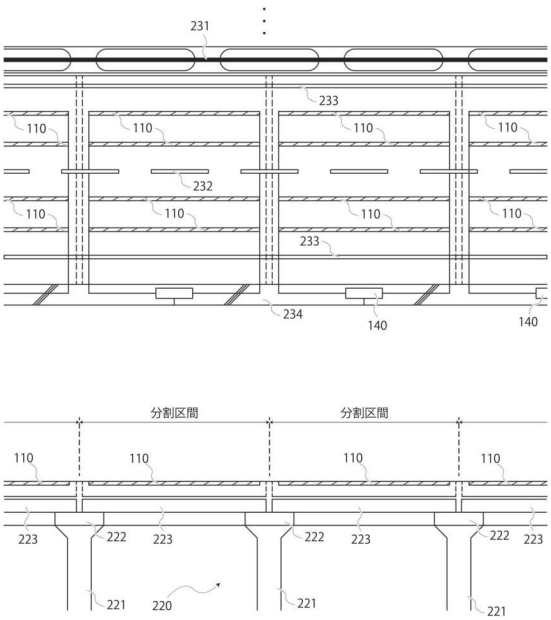
【図３】


200
110
214
150
160
213
211
214
150,160
211
（２）
200
216
110
214
150
160
213
211
215
214
150,160
211
（４）
200
211
211
（１）
200
110
214
150
160
213
211
215
214
150,160
211
（３）

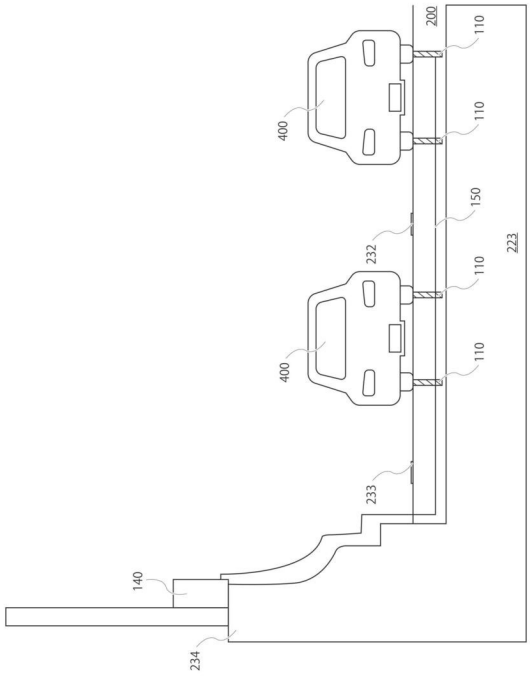
【図４】


電源
P
降雪センサー
130
160
110
電熱シート
150
電源部
144
降雪監視部
143
141
300
120
地温センサー
給電部
地温監視部
142
160
140

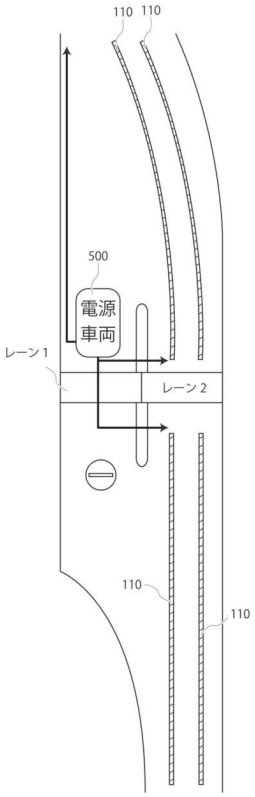
【図５】


231
233
110
110
110
110
232
110
110
110
110
233
234
140
140
分割区間
分割区間
110
110
110
110
223
222
223
222
223
222
223
221
220
221
221

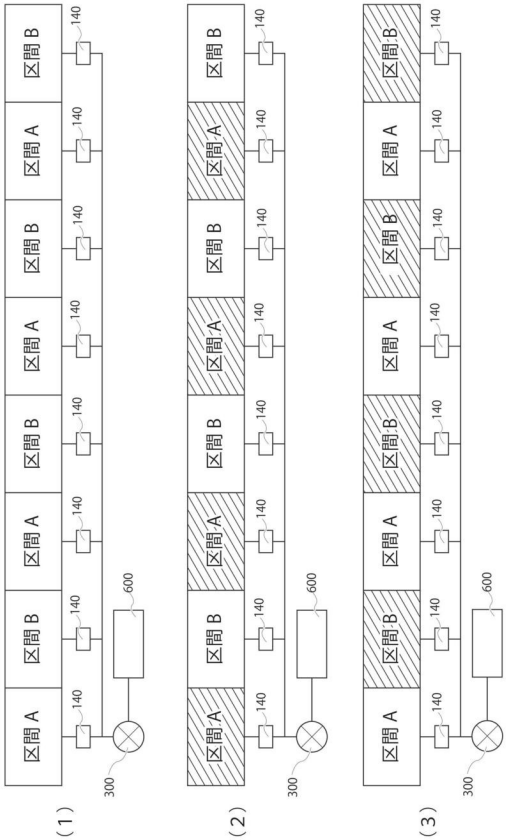
【図６】


200
110
400
110
150
232
223
110
400
110
233
140
234

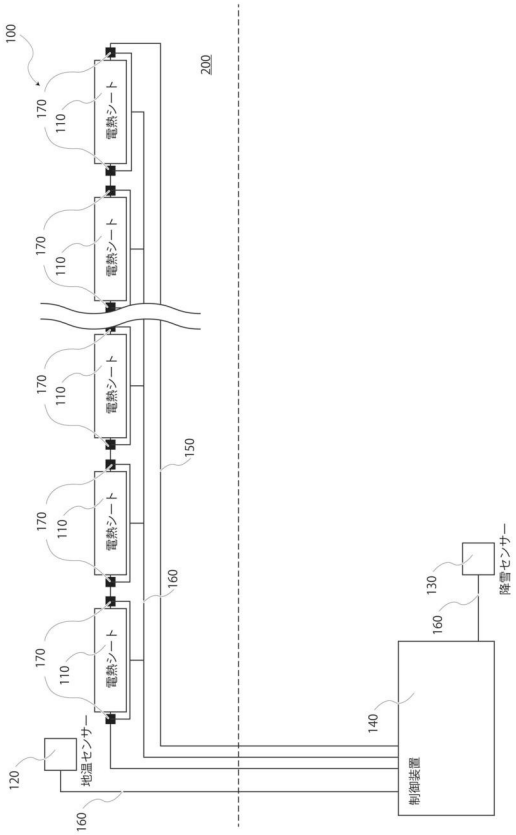
【図７】


110
110
500
電源車両
レーン1
レーン2
110
110

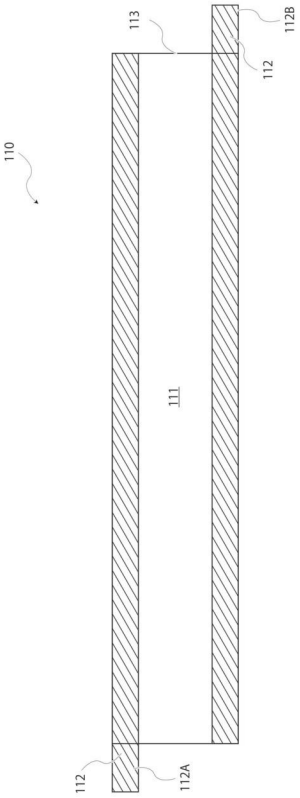
【図８】


区間A
区間B
140
600
300
(1)
(2)
(3)

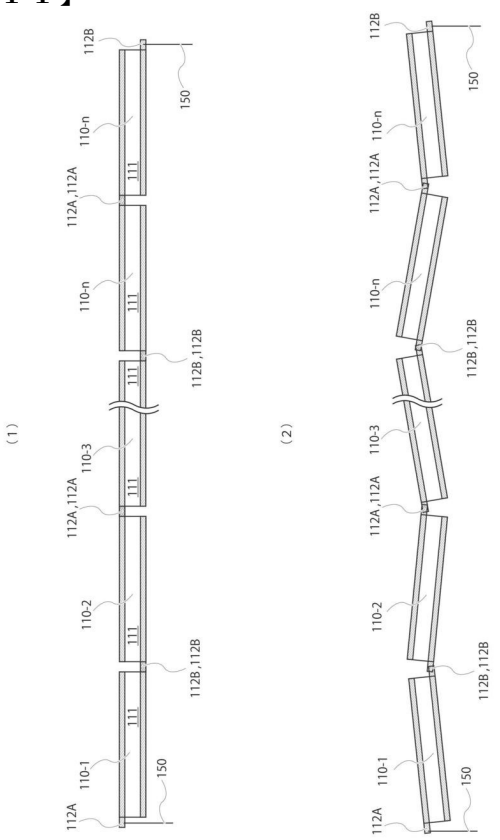
【図９】


100
200
170
110
電熱シート
150
160
120
地温センサー
140
制御装置
130
降雪センサー

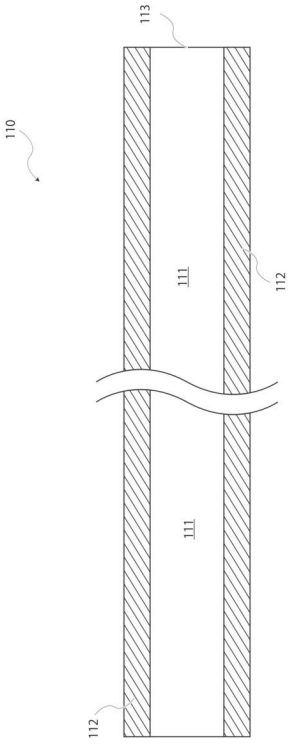
【図１０】


110
111
112
112A
112B
113

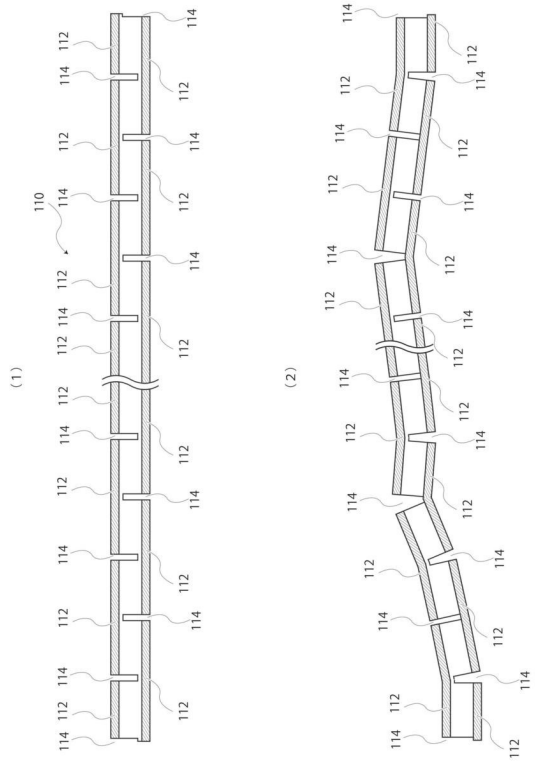
【図１１】


(1)
(2)
112B
150
110-n
112A,112A
111
112B,112B
110-3
110-2
110-1
112A

【図１２】


110
113
111
112

【図１３】


(1)
(2)
110
112
114

フロントページの続き

(73)特許権者　510273798
首都高メンテナンス神奈川株式会社
神奈川県横浜市神奈川区栄町３番地４
(73)特許権者　510073268
首都高電気メンテナンス株式会社
東京都千代田区二番町３番地
(73)特許権者　509049090
首都高ＥＴＣメンテナンス株式会社
東京都港区芝二丁目２８番８号
(73)特許権者　308031061
首都高機械メンテナンス株式会社
東京都千代田区麹町五丁目１番地
(73)特許権者　516309017
株式会社太陽
埼玉県さいたま市南区辻二丁目３番５号
(73)特許権者　516309028
株式会社イントロン
東京都豊島区駒込一丁目３５番１１号
(74)代理人　100166051
弁理士　駒津　啓佑
(72)発明者　藏治　賢太郎
東京都千代田区霞が関一丁目４番１号　首都高速道路株式会社内
(72)発明者　染谷　厚徳
東京都千代田区霞が関一丁目４番１号　首都高速道路株式会社内
(72)発明者　山本　一貴
東京都千代田区霞が関一丁目４番１号　首都高速道路株式会社内
(72)発明者　引地　宏陽
東京都千代田区霞が関一丁目４番１号　首都高速道路株式会社内
(72)発明者　深山　大介
東京都港区虎ノ門三丁目１０番１１号虎ノ門ＰＦビル　一般財団法人首都高速道路技術センター内
(72)発明者　鈴木　雅弘
東京都港区虎ノ門三丁目１０番１１号虎ノ門ＰＦビル　一般財団法人首都高速道路技術センター内
(72)発明者　張　広鋒
東京都港区虎ノ門三丁目１０番１１号虎ノ門ＰＦビル　一般財団法人首都高速道路技術センター内
(72)発明者　村上　可諭
東京都港区虎ノ門三丁目１０番１１号虎ノ門ＰＦビル　一般財団法人首都高速道路技術センター内
(72)発明者　阿部　佳介
埼玉県さいたま市南区辻二町目３番５号　株式会社太陽内
(72)発明者　立岡　陽
東京都豊島区駒込一丁目３５番１１号　株式会社イントロン内

審査官　石川　信也

(56)参考文献　特開２００７－２３１６５５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－２０１９３７（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－０４００１０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

E01C 11/26