

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3789768号
(P3789768)

(45) 発行日 平成18年6月28日(2006.6.28)

(24) 登録日 平成18年4月7日(2006.4.7)

| | | | | |
|---------------|-------|-----------|------|-----------|
| (51) Int. Cl. | | F I | | |
| EO1C | 7/26 | (2006.01) | EO1C | 7/26 |
| GO7B | 15/00 | (2006.01) | GO7B | 15/00 510 |
| HO5K | 9/00 | (2006.01) | HO5K | 9/00 M |

請求項の数 4 (全 13 頁)

| | | | |
|--------------|------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2001-120109 (P2001-120109) | (73) 特許権者 | 000003621 株式会社竹中工務店 大阪府大阪市中央区本町4丁目1番13号 |
| (22) 出願日 | 平成13年4月18日(2001.4.18) | (73) 特許権者 | 592182698 株式会社竹中道路 東京都中央区銀座八丁目2番1号 |
| (65) 公開番号 | 特開2002-21009 (P2002-21009A) | (73) 特許権者 | 000150110 株式会社竹中土木 東京都江東区新砂一丁目1番1号 |
| (43) 公開日 | 平成14年1月23日(2002.1.23) | (74) 代理人 | 100079049 弁理士 中島 淳 |
| 審査請求日 | 平成14年6月6日(2002.6.6) | (74) 代理人 | 100084995 弁理士 加藤 和詳 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2000-132492 (P2000-132492) | | |
| (32) 優先日 | 平成12年5月1日(2000.5.1) | | |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 道路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

舗装道路を構成するための舗装構造における下部に配置される下部構造と、
前記舗装構造における前記下部構造の上方に層状に形成して配置され、カーボンを含む材料、カーボンファイバ、メタルファイバ等の導電性材料を混合して電磁波の反射を可能とされたアスファルトで層状に構成され、若しくは導電性クロスにアスファルトを含浸させて層状に構成され、又は内部にメタルメッシュやパンチスルーメタルを介在させたアスファルトの層状に構成された、電磁波を反射する電磁波反射層と、
前記舗装構造における前記電磁波反射層の上面に密着するように電磁波吸収用舗装材料を層状に形成して配置された電磁波吸収機能を持つ表層と、を有し、
前記電磁波吸収機能を持つ表層の厚さDを、を吸収対象となる電磁波の舗装材料中の波長とし、nを自然数とし、を電磁波の入射角度としたとき、 $D = (n + 1) / 4 \cos \theta$ の式で与えられる値に設定して、前記表層の上面で反射する吸収対象となる反射電磁波と、前記表層に入射して前記電磁波反射層に反射された吸収対象となる反射電磁波とが逆位相となり相殺されるように構成したことを特徴とする道路。

【請求項2】

前記舗装構造を構成する電磁波吸収機能を持つ前記表層の上面に、前記表層よりも誘電率を低くして電磁波の反射を抑制し電磁波の入射を容易にするよう構成した保護層を設けたことを特徴とする請求項1に記載された道路。

【請求項3】

前記舗装構造を構成する電磁波吸収機能を持つ前記表層が、少なくともインテリジェント道路交通システムにおける自動料金収受システムや自動車の走行支援道路システムにおける、無線通信装置から発射される電磁波である通信信号が照射される範囲、又は検出若しくは計測用に発射された電磁波が照射される範囲の部分に配置され、これら発射された電磁波を吸収対象とするように構成されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載された道路。

【請求項 4】

前記電磁波吸収機能を持つ前記表層が、ベース材料中に、吸収対象となる 5 . 8 G H z の周波数帯の電磁波の波長に対する 1 0 分の 1 以上の長さで、かつ 5 0 m m 以下の全長の導電性繊維を、前記ベース材料中に混入される骨材に対する重量比で、0 . 5 パーセント以下の重量だけ混入した電磁波吸収用舗装材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れかに記載された道路。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、電磁波を用いて通信し、検出し又は計測を行う場において、不要な電磁波による障害を防止するよう不要な電磁波を吸収する機能を有する道路に関する。

【0002】

【従来の技術】

次世代の道路交通システムであるインテリジェント道路交通システム（ITS）の一環として、有料道路の自動料金徴収システム（ETC）や、道路上を走行する自動車の走行支援道路システム（AHS）の開発が進んでいる。

20

【0003】

この自動料金徴収システムは、高速道路等の有料道路を走行する自動車の往來を停止させずに、自動車に搭載された自動料金支払装置（ICカード、電波タグ等）と料金所のトールゲートに配置された自動料金収受装置との間で無線通信により料金を徴収するシステムである。この自動料金徴収システムは、単に料金支払いが簡単になるだけでなく、交通渋滞の緩和や人件費の削減効果等の観点からも導入が期待されている。

【0004】

自動料金徴収システムでは、トールゲートに配置された自動料金収受装置のレーダ等の検出手段によって、道路上を走行してきた自動車がトールゲートに対し所定距離まで接近したことを検知する。

30

【0005】

すると、自動料金収受装置の無線通信装置が走行中の自動車に信号を送信し、自動車に搭載された自動料金支払装置から自動車の通行料金の判別に必要な情報（入口料金所、車種、契約内容、支払口座等）を無線通信により送信するよう促す。すると、自動車側の自動料金支払装置は、自動車の通行料金の判別に必要な情報を、自動料金収受装置の無線通信装置に送信する。

【0006】

この自動車の通行料金の判別に必要な情報を受信した自動料金収受装置は、有料道路上での自動車の走行距離等に基づき料金を計算し、料金の徴収処理を実行する。

40

【0007】

また自動車の走行支援道路システムでは、例えば道路上における自動車の走行車線に沿った道路の各所定位置にそれぞれレーンマーカを設置し、この道路上を走行する自動車に搭載された走行支援装置のレーダ等の検出装置がレーンマーカの位置を検出して適正な走行ルートを検知し、自動車をこの適正な走行ルートに沿って走行させるため走行車線からの逸脱の可能性等をドライバに警告あるいは自動車の操舵装置に自動介入して安全な走行に役立てる。また、道路上に配置されたレーンマーカの通信機器と車両との間で種々の通信を行い、走行ルートの決定に役立てて、交通の便に供する。

【0008】

50

【発明が解決しようとする課題】

前述のようなインテリジェント道路交通システムにおける自動料金徴収システムや自動車の走行支援道路システムでは、走行中の自動車を対象となって比較的高い周波数の電磁波を利用して通信し、検出し又は計測を行う。このため、走行中の自動車が所定の場所を走り抜ける瞬時に、比較的高い周波数の電磁波を利用して通信し、検出し又は計測する動作を正確に実行せねばならない。

【0009】

しかし、この自動料金徴収システム又は自動車の走行支援道路システムでは、これらのシステムから発射された比較的高周波の電磁波が道路等で反射することにより不要な散乱電磁波が発生する。そして、この不要な散乱電磁波が自動料金徴収システム又は自動車の走行支援道路システムの受信器に受信され、通信、検出又は計測の動作にエラーを生じる恐れがある。

10

【0010】

本発明は上述の事実を考慮し、電磁波を吸収して不要な散乱電磁波の発生を防止できるようにするため、電磁波を吸収する機能を有する道路を新たに提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の道路は、舗装道路を構成するための舗装構造における下部に配置される下部構造と、舗装構造における下部構造の上方に層状に形成して配置され、カーボンを含む材料、カーボンファイバ、メタルファイバ等の導電性材料を混合して電磁波の反射を可能とされたアスファルトで層状に構成され、若しくは導電性クロスにアスファルトを含浸させて層状に構成され、又は内部にメタルメッシュやパンチスルーメタルを介在させたアスファルトの層状に構成された、電磁波を反射する電磁波反射層と、舗装構造における電磁波反射層の上面に密着するように電磁波吸収用舗装材料を層状に形成して配置された電磁波吸収機能を持つ表層と、を有し、電磁波吸収機能を持つ表層の厚さDを、を吸収対象となる電磁波の舗装材料中の波長とし、nを自然数とし、を電磁波の入射角度としたとき、 $D = (n + 1) / 4 \cos$ の式で与えられる値に設定して、表層の上面で反射する吸収対象となる反射電磁波と、表層に入射して電磁波反射層に反射された吸収対象となる反射電磁波とが逆位相となり相殺されるように構成したことを特徴とする。

20

30

【0014】

上述のように構成することにより、この舗装構造に構成された道路上に電磁波が照射されたときには、この舗装構造で吸収対象となる電磁波における表層の上面で反射された電磁波と、電磁波反射層に反射され表層から放射された電磁波（多重反射波があるときはこれらも含む）とが相殺されて、この表層で反射されて拡散される電磁波の量を少なくできるという作用を奏する。また、この舗装構造では、表層によって電磁波を吸収して低減する作用によって、道路で電磁波が反射されることにより電磁波障害を生じることを効率良く防止できる。

【0015】

請求項2に記載された発明は、請求項1に記載された道路において、舗装構造を構成する電磁波吸収機能を持つ表層の上面に、表層よりも誘電率を低くして電磁波の反射を抑制し電磁波の入射を容易にするよう構成した保護層を設けたことを特徴とする。

40

【0016】

上述のように構成することにより、請求項1に記載された道路の作用、効果に加えて、表層の上に設けた保護層は、誘電率が低い材料で構成されているため、保護層の表面から入射した電磁波が内部に進入しやすくなる（反射率が低くなる）。このため、保護層の表面で電磁波が反射されるのを防止し、電磁波が表層内に容易に入射されるようにするという作用を奏する。これにより不要な散乱電磁波の発生を抑制できる。

【0017】

請求項3に記載された発明は、請求項1又は請求項2に記載された道路において、舗装

50

構造を構成する電磁波吸収機能を持つ表層が、少なくともインテリジェント道路交通システムにおける自動料金収受システムや自動車の走行支援道路システムにおける、無線通信装置から発射される電磁波である通信信号が照射される範囲、又は検出若しくは計測用に発射された電磁波が照射される範囲の部分に配置され、これら発射された電磁波を吸収対象とするように構成されていることを特徴とする。

【0018】

上述のように構成することにより、前述した請求項1又は請求項2に記載された道路における作用及び効果に加えて、例えば、自動料金徴収所等（駐車場又はその他の場所の自動料金徴収所を含む）では、自動料金収受システムや自動車の走行支援道路システムの無線通信装置等から発射された電磁波を吸収対象とする電磁波吸収機能を持つ表層が、十分に電波を吸収するので、無線通信装置等が電磁波を利用することにより車両との間で通信し、検出し又は計測する動作を、道路からの電磁波の反射による電磁波障害を抑制して良好にかつ確実にに行わせることができる。よって、自動料金徴収所等では、料金の自動徴収動作を安定して適正に実行できる。

10

【0019】

請求項4に記載された発明は、請求項1乃至請求項3の何れかに記載された道路において、電磁波吸収機能を持つ表層が、ベース材料中に、吸収対象となる5.8GHzの周波数帯の電磁波の波長に対する10分の1以上の長さで、かつ50mm以下の全長の導電性繊維を、ベース材料中に混入される骨材に対する重量比で、0.5パーセント以下の重量だけ混入した電磁波吸収用舗装材料で構成されていることを特徴とする。

20

【0020】

上述のように構成することにより、前述した請求項1乃至請求項3の何れかに記載された道路における作用及び効果に加えて、電磁波吸収用舗装材料は、通信、検出又は計測用に用いられる波長帯の所定の電磁波を良好に吸収することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の電磁波吸収機能を有する道路における実施の形態について図1乃至図3によって説明する。図1には、本発明の実施の形態に係る有料道路の自動料金徴収所の概略構成が斜視図にて示されている。

【0027】

この自動料金徴収所では、有料道路上の所定場所に設置されたトールゲート10に、有料道路の各走行レーンに対応して各自動料金収受装置12が配置されている。

30

【0028】

この自動料金収受装置12は、レーダや赤外線遮断検出手段等の車両検出装置と、無線通信装置とを備えている。レーダを例に説明すると、この自動料金収受装置12では、その車両検出用のレーダからトールゲート10の手前側の所定範囲にレーダのミリ波を発射し、トールゲート10の手前側の所定位置に車両14が来たことを検知するように構成されている。

【0029】

また、この自動料金収受装置12では、車両検出用のレーダで道路走行レーン上の所定位置に車両14が来たことを検知すると、自動料金収受装置12の無線通信装置から通信信号MWを発射して走行中の車両14に信号を送信する。

40

【0030】

車両14には、図示しない自動料金支払装置が搭載されていて、この自動料金支払装置が、自動料金収受装置12の無線通信装置からの通信信号MWを受信する。そして、自動料金支払装置は、この車両14の通行料金の徴収に必要な情報（入口料金所、車種、契約内容、支払口座等）を無線通信により送信する。

【0031】

この車両14の通行料金の判別に必要な情報を受信した自動料金収受装置12の自動料金収受装置は、有料道路上での自動車の走行距離等に基づき料金を計算し、料金の徴収処理

50

を実行する。

【0032】

上述した自動料金徴収所では、少なくとも自動料金収受装置12の無線通信装置から指向性をもって発射される例えば5.8GHzの周波数帯の電磁波である通信信号MWが照射される所定の範囲と、自動料金収受装置12の車両検知用のレーダから発射されたミリ波が照射される所定の範囲とに渡る道路の部分を、通信、検出又は計測用の低強度の電磁波を吸収する特性を有する舗装材料を用いた電磁波吸収機能を有する舗装構造の道路に構成する。

【0033】

これにより、道路面で不要に反射される電磁波による電磁障害によって無線通信又は車両検出の動作が電磁波障害により阻害され、料金徴収等の動作に支障が生じるのを防止する。

10

【0034】

このため、通信、検出又は計測用の低強度の電磁波を吸収する機能を有する舗装構造の道路を、図2又は図3に示すように構成する。

【0035】

図2に示す道路では、その道路の最も表面の部位に保護層16を構成し、その下に表層18を配設し、その下に電磁波反射層20を配設し、さらにその下に下部構造22を配設して構成されている。

【0036】

この保護層16は、道路の最表面に形成されて、表層18を車の往来などによる衝撃、摩耗から保護する構成とされている。このように、道路における表層18の表面に保護層16を設けることにより、過度の人や自動車の往来による摩耗や衝撃で表層18の表面状態や厚みが増加することによる表層18での電波吸収性能の低下を防止することが可能となる。

20

【0037】

この保護層16は、その表面で電磁波が反射されるのを抑制し、電磁波の入射を容易にするため、例えば、通常のアスファルト等の空気と表層18との中間の電気的特性を有する材料、又は表層18よりも空気に近い電気的特性をもつアスファルトで構成されている。なお、保護層16を、より電磁波の入射を容易にする為、空隙の多い構成とすることが望ましい。

30

【0038】

この電磁波吸収機能を有する道路に配設される表層18は、骨材及びバインダ等のベース材料(アスファルト、セメント、コンクリート等)に導電性電波吸収材料若しくは磁性電波吸収材料を単独に又は組合わせて混入した電磁波吸収機能(エネルギー減衰)を有する舗装材料で構成されている。

【0039】

ここで使用する導電性電波吸収材料としては、耐久性の優れた炭素材料やステンレス等の金属材料が最も好ましく、繊維状、ビーズ状や粉状等の形態で使用する。

【0040】

また、使用する磁性電波吸収材料としてはフェライト、パーマロイ等を例えば粒状、粉状、線状、板状の形態として骨材の代替え材料として使用する。

40

【0041】

さらに、表層18の電磁気的特性の調整は、空隙量の増減や使用骨材の種類(特に比重)等によっても可能であり、通常、空隙量を多くすると誘電率を小さくするよう構成できる。

【0042】

次に、表層18を、導電性電波吸収材料としての電磁波吸収体(電磁波吸収体としての炭素繊維等の導電性繊維、すなわち入射する電磁波を吸収し、抵抗損失を生じさせるもの、電磁波のエネルギーを熱に変換するいわゆるジュール熱損を生じる性質を有するもの、及

50

び誘導電流によるエネルギー損失を生じさせるものを含む)を混入した舗装材料で構成する場合について説明する。

【0043】

この表層18に混入する電磁波吸収体としての導電性繊維は、炭素繊維24(カーボンファイバ)の他に、カーボン含有繊維、ニードルカーボン、メタルファイバ等を使用しても良い。特に炭素繊維を用いた場合には、高い耐環境性、耐久性を有するので、降雨、降雪等、天候の影響を受けないようにできる。

【0044】

次に、表層18に炭素繊維24を混入する場合の炭素繊維24の長さについて説明する。

【0045】

第1に、表層18中の炭素繊維24に電磁波が入射したときの抵抗損失を期待するためには、吸収対象となる電磁波の波長(真空中)に対して抵抗損失体の長さ(L)は、 $L = n / 2$ (nは自然数)となることが好ましい。

【0046】

第2に、電磁波は、通過する物質、媒質、抵抗損失体(この場合は炭素繊維24)自体の誘電率等の電気特性による波長短縮効果により、空気中の波長よりも短くなる。この点を考慮して、実際に混入する抵抗損失体の長さ(Lr)の最短長さを理論式上で計算し、実験で確認すると、実際に混入する抵抗損失体の最短の長さ(Lr)は、 $Lr / 10$ で有効な抵抗損失効果(電磁波吸収効果)が得られることが判明した。

【0047】

次に、表層18に混入する抵抗損失体としての炭素繊維24の最大長さについて説明する。実際に混入する抵抗損失体の長さ(Lrmax)を規定する要因には、次のものがある。

【0048】

第1に、あまり炭素繊維24の繊維長が長いと、炭素繊維24同志が絡み合ってしまう、ベース材料中に均一に分散させることが困難となる。また、混入した炭素繊維24がベース材料中で偏在すると、その炭素繊維24量の多い部分で電磁波の反射特性が高まり、電磁波を反射させてしまうことにもなりかねない。

【0049】

第2に、通常、表層18は、一回の施工厚さが30~50mmである。よって、混入する炭素繊維24の長さが一回の施工厚さよりも長いと、施工後の表層部内での繊維の偏在が生じ易くなる。

【0050】

第3に、炭素繊維24は、折り曲げなどの曲げや、せん断によって破断し易い。通常の場合、骨材の最大寸法は15mm以下の場合が多く、この最大寸法を大きく超える長さの炭素繊維24を混入してもベース材料(アスファルト、コールタール、コンクリート、セメント、樹脂結合材等)と骨材を練り混ぜるときに炭素繊維24が破断する可能性が高い。

【0051】

以上の理由及び実験の結果等から、炭素繊維24の最大寸法は50mm以下とすることで、おおよそ電磁波吸収特性が5.8GHzの周波数帯の電磁波において-10~-15dB(現地条件)となる良い結果が得られることが分かった。

【0052】

次に、表層18に混入する抵抗損失体としての炭素繊維24が、最も効率良く吸収対象となる所定波長の電磁波を吸収できる炭素繊維24の長さの条件について説明する。この炭素繊維24が最も効率良く所定波長の電磁波を吸収するのは、炭素繊維24の長さが所定波長の電磁波に共振する長さとなったときである。

【0053】

すなわち、通信、検出又は計測用に用いられる低強度で所定の波長の電磁波に対して略1/2の自然数倍となる長さを、炭素繊維24の長さとする。

【0054】

10

20

30

40

50

ここで、通信、検出又は計測用に用いる電磁波の波長は、保護層16、表層18に入射した際に、これら固有の誘電率等の電気特性による波長短縮効果によって短縮する。さらに、この通信、検出又は計測用に用いる電磁波の波長は、表層18に混入された炭素繊維24に入射した際に、その誘電率等の電気特性による波長短縮効果によって短縮する。

【0055】

よって、表層18に混入する炭素繊維24の長さを所定波長の電磁波に共振する長さに設定するには、保護層16、表層18、炭素繊維24に対する各固有の誘電率等の電気特性による波長短縮効果を考慮して行う。

【0056】

この炭素繊維24の長さを共振する長さに設定する場合、例えば、一般的な表層18を構成する材料の誘電率等の電気特性から電磁波の波長短縮効果で短縮されると予想される波長を計算し、さらに、炭素繊維24の誘電率等の電気特性から電磁波の波長短縮効果で短縮されると予想される波長を計算して、現実の条件で短縮される電磁波の波長を予測する。

10

【0057】

次に、この予測された炭素繊維24の共振する長さ近辺で少しづつ長さを変えた炭素繊維24を用意して、これらの異なる長さ毎に表層18に混入したサンプルを作成する。

【0058】

そして、通信、検出又は計測用に用いる所定波長の電磁波を照射して、その吸収特性を求める。この時、吸収特性のピーク効果が得られた炭素繊維24の長さを、通信、検出又は計測用に用いられる所定波長の電磁波に対して共振する炭素繊維24の長さとして設定する。

20

【0059】

このように炭素繊維24を所定波長の電磁波に対して共振する長さとした場合には、通信、検出又は計測用に用いられる所定波長の電磁波に狙いを定めて表層18で効率良く吸収するから、その所定波長の電磁波の反射等による不要電磁波の電磁波障害を有効に防止でき、通信、検出又は計測の動作を確実にできる。

【0060】

次に、表層18に混入する抵抗損失体としての炭素繊維24の最適混入量について説明する。

30

【0061】

ベース材料に炭素繊維24の混入量を増やしていくと、電磁波の反射量が大きくなり、最終的には電磁波の反射体となる。実験的には、ベース材料として、アスファルト：骨材＝5：95（重量比）の配合のものをを用い、これに混入する炭素繊維24（長さ5mm）を骨材の0.5%（重量比）を混入した場合に、反射量が大きくなる結果が得られた。

【0062】

よって、電磁波吸収機能（エネルギー減衰）を有する舗装材料としての適性は、ベース材料に混入する炭素繊維24を骨材の0.5%（重量比）以下とすることが望ましいと思料される。

【0063】

図2に示すように、電磁波吸収機能を有する道路に配設される電磁波反射層20は、炭素繊維や金属繊維等からなる導電性電波吸収材料を用いて形成する。例えば、これらの材料で形成したメッシュ（メッシュサイズ：対象とする電磁波の波長に対する20分の1以下が好ましい）を表層18背後の下部構造22における基層表面に設置する。なお、電磁波反射層20を基層中に配設し、又は基層の表面部分若しくは全体に導電性電波吸収材料を混入し、反射層として構成しても良い。

40

【0064】

また、下部構造22は、一般の砂、砂利等の従来の舗装構造とする。

【0065】

次に、上述した図2に示す電磁波吸収機能を有する道路における、表層18の上面で反射

50

する反射電磁波 I W 1 と、表層 1 8 に入射して電磁波反射層 2 0 に反射され表層 1 8 を透過した反射電磁波 O W 1 とが逆位相となり、相殺作用による内部損失で、これら電磁波を減衰させる構成について説明する。

【 0 0 6 6 】

この反射電磁波 I W 1 と、反射電磁波 O W 1 とを逆位相とするには、表層 1 8 の厚さ D を、 $D = (\lambda / 4) \cos \theta$ (λ は吸収対象となる電磁波の波長、 n は自然数、 θ は電磁波の入射角度) に設定すれば良い。

【 0 0 6 7 】

このように構成することにより、表層 1 8 の上面で反射する反射電磁波 I W 1 に対し、表層 1 8 に入射してから電磁波反射層 2 0 に反射され表層 1 8 を透過した反射電磁波 O W 1 の位相が逆になるので、反射電磁波 I W 1 と反射電磁波 O W 1 とが互いに打ち消しあって消滅又は減衰する。

10

【 0 0 6 8 】

よって、この表層 1 8 を設けた道路における電磁波の反射を削減できる。

【 0 0 6 9 】

また、表層 1 8 で反射電磁波 O W 1 の位相を逆転させる為に、表層 1 8 の厚さ D を $(\lambda / 4) \cos \theta$ に設定する代わりに、表層 1 8 の誘電率を変えて、いわゆる表層 1 8 の電気長を $(\lambda / 4) \cos \theta$ に変更調整するよう構成しても良い。

【 0 0 7 0 】

この表層 1 8 の誘電率を変えて電気長を $(\lambda / 4) \cos \theta$ に変更調整するには、図 3 に示すように表層 1 8 の舗装材料を、炭素繊維 2 4 の他に、ビーズ状の炭素粒 2 6 (炭素粉でも良い) を適量混入したものとする。

20

【 0 0 7 1 】

これにより、表層 1 8 を構成する舗装材料の誘電率を変更調整して表層 1 8 の厚さに相当する電気長を $(\lambda / 4) \cos \theta$ に変更調整し、電磁波反射層 2 0 に反射された反射電磁波 O W 1 の位相を逆にする。

【 0 0 7 2 】

このように構成することにより、実際の表層 1 8 の厚さと、表層 1 8 の電気長とが異なるように構成できるので、表層 1 8 の厚さを道路の強度上の条件に適合させる等の道路設計上の自由度を高めることができる。

30

【 0 0 7 3 】

さらに、道路を図 3 に示すように構成することにより、表層 1 8 の舗装材料中では、炭素繊維 2 4 と炭素粒 2 6 とが相俟って相互に電磁誘導現象を生じ、誘導電流によるエネルギー損失をより拡大して吸収すべき電磁波のエネルギーをより多く減衰させることができる。

【 0 0 7 4 】

また、道路における表層 1 8 部分の厚さをより大きくし、表層 1 8 に入射した電磁波が、電磁波反射層 2 0 に反射し表層 1 8 内を通過する経路上で減衰し消滅してしまい表層 1 8 の表面から放射されないようになるよう構成しても良い。

【 0 0 7 5 】

または、道路における表層 1 8 部分を必要十分な厚さに大きくし、表層 1 8 の表面から入射した電磁波が表層 1 8 の底面に向かう経路上で吸収されて消滅するように構成しても良い。

40

【 0 0 7 6 】

次に、図 1 に示す自動料金徴収所における道路の少なくとも所要の範囲に、前述した電磁波吸収機能を有する舗装材料で構成した道路部分を構成したときの、作用及び効果について説明する。なお、ここで用いる舗装材料は、レーダのミリ波をも吸収する構成(このレーダのミリ波を吸収するよう対応した長さの炭素繊維 2 4 を含むと共に、自動料金収受装置 1 2 の無線通信装置から発射される、例えば 5 . 8 G H z の周波数帯の電磁波を吸収するよう対応した長さの炭素繊維 2 4 を含む)である。

【 0 0 7 7 】

50

この自動料金徴収所では、そこに配置された自動料金收受装置 1 2 の車両検知用のレーダからミリ波を発射して道路上を自動料金收受装置 1 2 へ向けて走行して来る車両 1 4 を検出する。

【 0 0 7 8 】

この時、レーダ装置から発射されたミリ波は、電磁波吸収機能を有する道路によって吸収されるので、道路に反射した不要な電磁波による電磁波障害によってレーダ装置が誤作動することなく、適正に車両 1 4 を検出できる。

【 0 0 7 9 】

このようにして自動料金收受装置 1 2 のレーダ装置が車両 1 4 を所定位置で検知すると、自動料金收受装置 1 2 の無線通信装置は、例えば 5 . 8 G H z の周波数帯の電磁波である通信信号 M W を用いて、車両 1 4 に搭載された自動料金支払装置との間で無線による通信を行い、料金徴収の処理を実行する。

10

【 0 0 8 0 】

この時、自動料金收受装置 1 2 の無線通信装置から発射された 5 . 8 G H z の電磁波は、電磁波吸収機能を有する道路に当たると吸収される。

【 0 0 8 1 】

よって、無線通信装置から発射された 5 . 8 G H z の周波数帯の電磁波が道路に反射して、所定位置で検知された車両 1 4 のすぐ後に接近して走行して来る後続車両に受信されてしまうという電磁波障害により、所定位置で検知された車両 1 4 の料金徴収の処理と、後続車両の料金徴収の処理とが同時に行われてしまうというような誤作動を有効に防止できる。

20

【 0 0 8 2 】

また、図示しないが本実施の形態の電磁波吸収機能を有する舗装材料を、自動車の走行支援道路システムで利用する場合は、例えば道路上における自動車の走行経路に沿った道路の各所定位置にそれぞれ設置されたレーンマーカの周囲における電磁波障害を取り除くために必要な範囲内の道路の一部を、電磁波吸収機能を有する舗装材料で構成する。すなわち、レーンマーカを取り巻く所定半径の円状に電磁波吸収機能を有する舗装材料を配し、又は道路の長手方向に沿った長円形状あるいは長方形に電磁波吸収機能を有する舗装材料を配した道路とする。

【 0 0 8 3 】

このように構成することにより、この道路上を走行する自動車に搭載された走行支援装置のレーダ等の検出装置が電磁波障害を受けることなく適正にレーンマーカの位置を検出して適正な走行ルートを検出できる。さらに、道路上に配置されたレーンマーカの通信機器と車両との間で、電磁波障害を受けることなく適正に種々の通信を行うことができる。

30

【 0 0 8 4 】

なお、前述した実施の形態では、電磁波吸収用舗装材料を道路の舗装に用いた構成について説明したが、この電磁波吸収用舗装材料は、種々の構造材料として利用できる。このため本明細書において、舗装材料と言ったときは、駐車場の床面を構成する材料、ビル内の床面を構成する材料、滑走路を構成する材料又は格納庫の床面を構成する材料、トンネル坑内、その他電磁波の照射を受ける構造物全般を構成可能な材料という広い意味を有するものと定義する。さらに、本発明を適用する自動料金徴収所は、駐車場又はその他の場所の自動料金徴収所であっても同様の効果を期待できる。

40

【 0 0 8 5 】

以上の説明では電磁波吸収用舗装材料及びこれを用いた道路の実施の形態について、これを自動料金徴収所に適用した場合のみを説明したが、これらの舗装材料及びこれを用いた道路の構成は、舗装面上にて電磁波が使用されるならばどの様な施設へも電磁障害を防止する為に適用できる。

【 0 0 8 6 】

例えば各種走行支援道路システムや、道路上にある交通情報提供装置、ナビゲーションシステム等を利用する道路の舗装の他、コンクリートをバインダーとした防音壁や防護法面

50

、建造物の壁面、トンネル坑内の壁面を構成する構造等へも適用出来る。その他道路以外でも駐車場の自動料金徴収所や建築物内の車路における走行支援装置の電磁障害防止用にも適用出来る。

【0089】

【発明の効果】

第1の構成では、道路を、舗装道路を構成するための舗装構造における下部に配置される下部構造と、舗装構造における下部構造の上方に層状に形成して配置され、カーボンを含む材料、カーボンファイバ、メタルファイバ等の導電性材料を混合して電磁波の反射を可能とされたアスファルトで層状に構成され、若しくは導電性クロスにアスファルトを含浸させて層状に構成され、又は内部にメタルメッシュやパンチスルーメタルを介在させたアスファルトの層状に構成された、電磁波を反射する電磁波反射層と、舗装構造における電磁波反射層の上面に密着するように電磁波吸収用舗装材料を層状に形成して配置された電磁波吸収機能を持つ表層と、を有し、電磁波吸収機能を持つ表層の厚さDを、を吸収対象となる電磁波の舗装材料中の波長とし、nを自然数とし、を電磁波の入射角度としたとき、 $D = (n + 1) / 4 \cos$ の式で与えられる値に設定して、表層の上面で反射する吸収対象となる反射電磁波と、表層に入射して電磁波反射層に反射された吸収対象となる反射電磁波とが逆位相となり相殺されるように構成する。

【0090】

上述のように構成することにより、この舗装構造に構成された道路上に電磁波が照射されたときには、この舗装構造で吸収対象となる電磁波における表層の上面で反射された電磁波と、電磁波反射層に反射され表層から放射された電磁波（多重反射波があるときはこれらも含む）とが相殺されて、この表層で反射されて拡散される電磁波の量を少なくできるという作用を奏する。また、この舗装構造では、表層によって電磁波を吸収して低減する作用によって、道路で電磁波が反射されることにより電磁波障害を生じることを効率良く防止できる。

【0091】

第2の構成では、道路を、舗装構造を構成する電磁波吸収機能を持つ表層の上面に、表層よりも誘電率を低くして電磁波の反射を抑制し電磁波の入射を容易にするよう構成した保護層を設けた構成とする。

【0092】

上述のように構成することにより、表層の上に設けた保護層は、誘電率が低い材料で構成されているため、保護層の表面から入射した電磁波が内部に進入しやすくなる（反射率が低くなる）。このため、保護層の表面で電磁波が反射されるのを防止し、電磁波が表層内に容易に入射されるようにするという作用を奏する。これにより不要な散乱電磁波の発生を抑制できる。

【0093】

第3の構成では、道路を、舗装構造を構成する電磁波吸収機能を持つ表層が、少なくともインテリジェント道路交通システムにおける自動料金収受システムや自動車の走行支援道路システムにおける、無線通信装置から発射される電磁波である通信信号が照射される範囲、又は検出若しくは計測用に発射された電磁波が照射される範囲の部分に配置され、これら発射された電磁波を吸収対象とするように構成する。

【0094】

上述のように構成することにより、例えば、自動料金徴収所等（駐車場又はその他の場所の自動料金徴収所を含む）では、自動料金収受システムや自動車の走行支援道路システムの無線通信装置等から発射された電磁波を吸収対象とする電磁波吸収機能を持つ表層が、十分に電波を吸収するので、無線通信装置等が電磁波を利用することにより車両との間で通信し、検出し又は計測する動作を、道路からの電磁波の反射による電磁波障害を抑制して良好にかつ確実にに行わせることができる。よって、自動料金徴収所等では、料金の自動徴収動作を安定して適正に実行できる。

【0095】

10

20

30

40

50

第4の構成では、道路を、電磁波吸収機能を持つ表層が、ベース材料中に、吸収対象となる5.8GHzの周波数帯の電磁波の波長に対する10分の1以上の長さで、かつ50mm以下の全長の導電性繊維を、ベース材料中に混入される骨材に対する重量比で、0.5パーセント以下の重量だけ混入した電磁波吸収用舗装材料で構成する。

【0096】

上述のように構成することにより、電磁波吸収用舗装材料は、通信、検出又は計測用に用いられる波長帯の所定の電磁波を良好に吸収することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の電磁波吸収機能を有する道路における実施の形態に係る自動料金徴収所の概略構成を示す斜視図である。

10

【図2】 本発明の道路における実施の形態に係る電磁波吸収機能を有する道路の断面構成を示す断面図である。

【図3】 本発明の道路における実施の形態に係る電磁波吸収機能を有する道路の他の断面構成を示す断面図である。

【符号の説明】

10 トールゲート

12 自動料金収受装置

14 車両

16 保護層

18 表層

20

20 電磁波反射層

24 炭素繊維

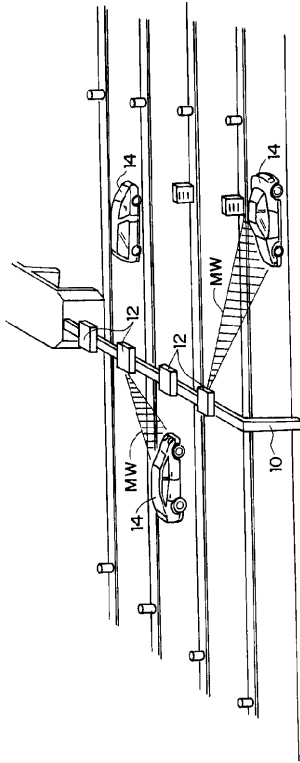
26 炭素粒

IW1 反射電磁波

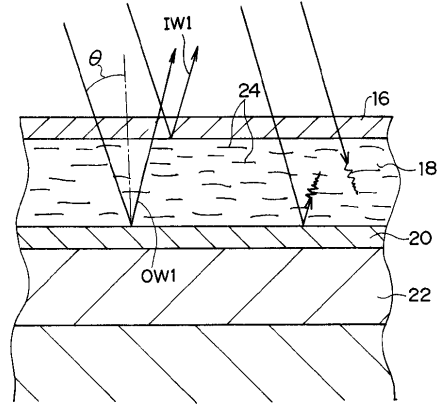
MW 通信信号

OW1 反射電磁波

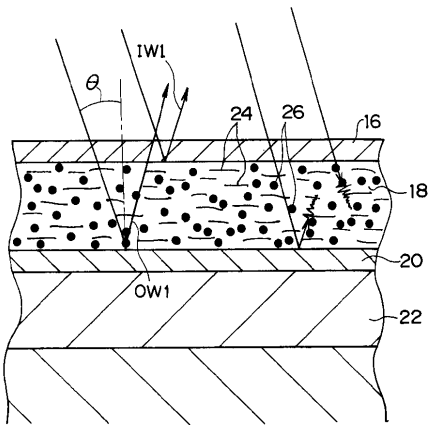
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(73)特許権者 505398941

東日本高速道路株式会社
東京都千代田区霞が関三丁目3番2号

(73)特許権者 505398952

中日本高速道路株式会社
愛知県名古屋市中区錦二丁目18番19号

(73)特許権者 505398963

西日本高速道路株式会社
大阪府大阪市北区堂島一丁目6番20号

(72)発明者 岩田 武夫

東京都町田市忠生2-2-1-405

(72)発明者 斉藤 俊夫

千葉県印西市大塚1丁目5番地1 株式会社竹中工務店 技術研究所内

(72)発明者 原川 健一

千葉県印西市大塚1丁目5番地1 株式会社竹中工務店 技術研究所内

(72)発明者 国島 武史

東京都中央区銀座八丁目21番地1号 株式会社竹中道路内

(72)発明者 藤井 義文

東京都中央区銀座八丁目21番地1号 株式会社竹中土木内

(72)発明者 安藤 慎一郎

東京都中央区銀座八丁目21番地1号 株式会社竹中土木内

審査官 深田 高義

(56)参考文献 特開昭62-268200(JP,A)

特開昭64-082600(JP,A)

特開平06-122568(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E01C 7/26

G07B 15/00

H05K 9/00