



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl. 3: G 08 B 19/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



(12) **PATENTSCHRIFT** A5

(11)

640 360

(21) Gesuchsnummer: 12549/78

(22) Anmeldungsdatum: 08.12.1978

(30) Priorität(en): 14.12.1977 US 860292

(24) Patent erteilt: 30.12.1983

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 30.12.1983

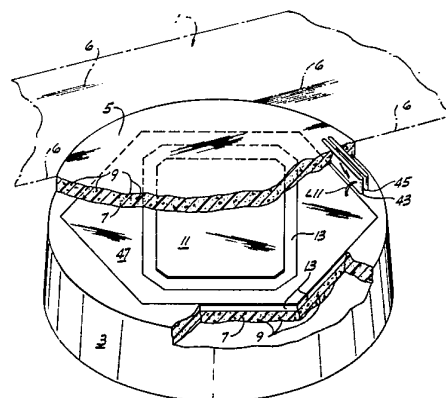
(73) Inhaber:
Surface Systems, Inc., St. Louis/MO (US)

(72) Erfinder:
Robert O. Gregory, St. Louis/MO (US)
John O. Rogers, St. Louis/MO (US)

(74) Vertreter:
Hug Interlizenz AG, Birmensdorf ZH

(54) Nässe- und Vereisungsmeldeanlage einer Fahrbahn.

(57) Die Oberfläche eines isolierenden, mit einer darunter angeordneten Elektrode (11) versehenen Fühlerblockes (3) ist bündig in eine zu überwachende Fahrbahn (6) eingelassen und dem atmosphärischen Niederschlag ausgesetzt. Das Auftreten eines Niederschlags auf der Oberfläche des Fühlerblocks (3) beeinflusst die Kapazität und die Konduktanz zwischen Fahrbahn und Fühlerelektrode (11). Aus der veränderlichen Kapazität bzw. Konduktanz wird ein elektrisches Signal abgeleitet, das mit einem amplitudenkonstanten Signal verglichen wird. Beim Überschreiten eines Grenzwertes des abgeleiteten Signals wird eine Schaltung aktiviert, die das Vorhandensein von Nässe, Reif oder Glatteis anzeigt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Anlage zum Melden von Nässe und Vereisung auf der Oberfläche einer Fahrbahn, gekennzeichnet durch:

einen Block (3) aus elektrisch isolierendem Material (7, 9) der in die Fahrbahn (6) so eingebettet ist, dass die obere Fläche (5) des Blockes mit der Fahrbahnoberfläche im wesentlichen bündig und atmosphärischem Niederschlag ausgesetzt ist;

eine Fühlerelektrode (11), die in den Block (3) eingekapselt und in einem vorbestimmten Abstand unterhalb der oberen Fläche (5) des Blockes angeordnet ist, so dass die Ansammlung von atmosphärischem Niederschlag auf der oberen Fläche die Kapazität (C1, C3) und die Konduktanz (GI) zwischen der Fühlerelektrode und der Fahrbahn (6) beeinflusst;

eine Einrichtung (15, C5), die der Fühlerelektrode (11) einen zeitveränderlichen elektrischen Strom (16) liefert, dessen Amplitude im wesentlichen konstant und von der Ansammlung von atmosphärischem Niederschlag auf der oberen Fläche (5) des Blockes (3) unabhängig ist;

einen Verstärker (17) zum Verstärken eines elektrischen Signals (19), das an eine Eingangsklemme (+) angelegt wird; eine Einrichtung (L3, L5, R5) zum Miteinanderverbinden einer Eingangsklemme (−) des Verstärkers (17), der den zeitveränderlichen elektrischen Strom liefernden Einrichtung (15, C5) und der Fahrbahn (6) in der Nähe der Fühlerelektrode (11);

eine Einrichtung (L1, R3) zum Verbinden der Fühlerelektrode (11) mit der anderen Eingangsklemme des Verstärkers (17), um einen Stromkreis zwischen der den zeitveränderlichen elektrischen Strom liefernden Einrichtung (15, C5), der Fühlerelektrode und dem Verstärker zu schliessen und dadurch das genannte elektrische Signal (19) an den Verstärker anzulegen, wobei die Amplitude dieses Signals an der Eingangsklemme des Verstärkers im wesentlichen allein eine Funktion der Änderung der Kapazität (C1, C3) und der Konduktanz (GI) zwischen der Fühlerelektrode (11) und der Fahrbahn (6) ist, wenn sich atmosphärischer Niederschlag auf der oberen Fläche (5) des Blockes (3) ansammelt; und eine Niederschlagssignalschaltung (23), die dann, wenn die Amplitude eines verstärkten elektrischen Signals (21) aus dem Verstärker (17) einen vorbestimmten Wert erreicht, ein Ausgangssignal erzeugt, welches das Vorhandensein von atmosphärischem Niederschlag auf der Fahrbahn (6) meldet.

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch isolierende Material (7) ein in Wärme ausgehärtetes Kunstharzmaterial enthält.

3. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch isolierende Material weiter einen inerten Füllstoff (9) enthält.

4. Anlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Füllstoff (9) eine Dielektrizitätskonstante hat, die im wesentlichen gleich der des Kunstharzmaterials (7) ist.

5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der vorbestimmte Abstand unterhalb der oberen Fläche (5) des Blockes (3), in welchem die Fühlerelektrode (11) angeordnet ist, 6,4 mm beträgt.

6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Fühlerelektrode (11) auf der oberen Fläche eines in den Block (3) eingekapselten Substratmaterials (13) angeordnet ist.

7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die den zeitveränderlichen elektrischen Strom (16) liefernde Einrichtung (15, C5) einen Oszillator (15) enthält, welcher ein Sinusschwingungssignal mit einer Frequenz von 5 kHz erzeugt.

8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Niederschlagssignalschaltung (23)

eine Einrichtung (35) enthält, die ein das Vorhandensein von atmosphärischem Niederschlag auf der Fahrbahn meldendes elektrisches Signal erzeugt, wenn die Amplitude des verstärkten elektrischen Signals (21) auf den vorbestimmten Wert fällt.

9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine zweite Elektrode (43), von welcher ein Teil der Atmosphäre ausgesetzt ist, und durch eine Einrichtung (L9) zum Verbinden der zweiten Elektrode mit der Fahrbahn (6), um dadurch die elektrische Verbindung zwischen der Fahrbahn und atmosphärischem Niederschlag auf der oberen Fläche (5) des Fühlerblockes (3) zu verbessern.

10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch eine weitere Elektrode (47), die in den Block (3) eingekapselt, mit der Fahrbahn (6) verbunden und mit Abstand von der Fühlerelektrode (11) angeordnet ist.

11. Anlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Fühlerelektrode (11) und die weitere Elektrode (47) koplanar sind und dass die weitere Elektrode die Fühlerelektrode in ihrer gemeinsamen Ebene im wesentlichen umgibt.

12. Anlage nach Anspruch 10 oder 11, gekennzeichnet durch eine dritte Elektrode (45), von welcher ein Teil der Atmosphäre ausgesetzt ist, und durch eine Einrichtung zum Miteinanderverbinden der dritten Elektrode und der weiteren Elektrode (47), um dadurch eine elektrische Verbindung zwischen der Fahrbahn (6) und atmosphärischem Niederschlag auf der oberen Fläche (5) des Fühlerblockes (3) zu verbessern.

13. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch mit der den zeitveränderlichen elektrischen Strom (16) liefernden Einrichtung (15, C5) und mit der Fühlerelektrode (11) verbundene Einrichtungen (R1, T1) zum Kompensieren von durch Temperaturänderungen hervorgerufenen Änderungen der Dielektrizitätskonstanten des Isoliermaterials (7) aus welchem der Block (3) besteht.

14. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch zwei mit Abstand von einander angeordnete Elektroden (43, 45), die atmosphärischem Niederschlag ausgesetzt sind, um dadurch den Widerstand zwischen diesen Elektroden zu beeinflussen, wobei der Widerstand beim Vorhandensein von Eis grösser ist als beim Vorhandensein von Wasser, durch eine Zustandsanzeigeschaltung (49), die ein Ausgangssignal erzeugt, dessen Grösse eine Funktion des Widerstands zwischen den beiden Elektroden (43, 45) ist, und die mit den beiden Elektroden verbunden ist, und durch eine elektrische Logikschaltung (87), die dann, wenn das Ausgangssignal der Niederschlagssignalschaltung (23) und das Ausgangssignal der Zustandsanzeigeschaltung (49) einen vorbestimmten Schwellenwert erreichen, ein Ausgangssignal erzeugt, welches einen vereisten Zustand der Fahrbahnoberfläche meldet.

15. Anlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Logikschaltung (87) eine Schaltungsanordnung enthält, die dann, wenn das Ausgangssignal der Niederschlagssignalschaltung (23) und das Ausgangssignal der Zustandsanzeigeschaltung (49) nicht einen vorbestimmten Alarmschwellenwert erreichen, ein zweites Ausgangssignal erzeugt, welches einen nassen Zustand der Fahrbahnoberfläche meldet.

16. Anlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Logikschaltung (87) eine weitere Schaltungsanordnung enthält, die dann, wenn kein Ausgangssignal der Niederschlagssignalschaltung (23) vorhanden ist, ein drittes Ausgangssignal erzeugt, welches einen niederschlagsfreien Zustand der Fahrbahnoberfläche meldet.

17. Anlage nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Logikschaltung (87) noch eine weitere Schaltungsanordnung enthält, die dann, wenn das Ausgangssignal der Niederschlagssignalschaltung (23) und das Ausgangssignal der Zustandsanzeigeschaltung (49) den vorbestimmten

Alarmschwellenwert, nicht aber den Eisschwellenwert erreichen, wobei das Signal bei dem Alarmschwellenwert dem Widerstand der beiden Elektroden (43, 45) bei Vorhandensein eines Gemisches von Eis und Wasser auf der Fahrbahnoberfläche entspricht, ein viertes Ausgangssignal erzeugt, welches das Einsetzen der Bildung von Eis auf der Fahrbahnoberfläche meldet.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anlage zum Melden von Nässe und Vereisung auf der Oberfläche einer Fahrbahn, wie beispielsweise einer Autobahn oder einer Start- und Landebahn eines Flugplatzes.

Solche Anlagen, die Nässe und Vereisung melden, sind Kraftfahrern, Autobahnmeistereien, Flugplatzdirektoren, Piloten und dergleichen von ganz besonderer Hilfe. Ein Kraftfahrer kann über einen Vereisungszustand auf einer Brückenfahrbahn unterrichtet werden, bevor er sie passiert, so dass er die notwendige Vorsicht walten lassen kann. Ebenso kann ein Flugplatzdirektor, nachdem ihm die Vereisung einer oder mehrerer seiner Rollbahnen gemeldet worden ist, Flugzeuge zu einer nichtvereisten Rollbahn umleiten oder Enteisungsarbeiten auf den betroffenen Rollbahnen in die Wege leiten. Kraftfahrer können vor einer leichten Ansammlung von Wasser auf einer schmutzigen Autobahn gewarnt werden, bei der es sich um eine Gefahr handelt, die fast so bekannt wie schwierig zu erkennen ist.

Eine Anzahl von Systemen zum Melden von Niederschlag auf einer Fahrbahn ist aus den US-PS 3873927, 3882381, 2419266, 3243793 und 3428890 sowie aus der FR-PS 2078982 bekannt.

Die bekannten Systeme liefern im allgemeinen zwar eine nützliche Information über Oberflächenzustände, es wäre jedoch von äusserstem Vorteil, wenn ihre Effektivität in gewisser Hinsicht verbessert werden könnte. Wenn der Fühler an der erwünschtesten Stelle angeordnet ist, um die tatsächlichen Oberflächenzustände genau abzufühlen, d.h. wenn er in die Fahrbahn so eingebettet ist, dass seine obere Fläche insgesamt mit der der Fahrbahn in einer Ebene liegt, ist er dem Verkehr ausgesetzt, wie beispielsweise über ihn hinweggehenden Personen- und Lastkraftwagen oder landenden Flugzeugen, usw. Eine Fühlereinheit, die Kondensatorplatten hat, welche in einem kurzen Abstand von beispielsweise 1,6 mm unterhalb der oberen Fläche eines in Epoxidharz eingekapselten Fühlers angeordnet sind, ist deshalb einem beträchtlichen Verschleiss und Abrieb ausgesetzt. Die relativ dünne Epoxidharzschicht kann daher leicht abgetragen werden, wodurch die Kondensatorplatten Beschädigungen ausgesetzt werden und die Fühlereinheit unwirksam gemacht wird.

Wenn jedoch die Verschleissfestigkeit und die nutzbare Lebensdauer des Fühlers durch Vergrössern der Dicke der über ihm liegenden und für die Verkapselung benutzten Kunstharzschicht verbessert wird, werden die Empfindlichkeit und die Zuverlässigkeit der Einheit gegenüber Oberflächenniederschlag merklich verringert. Darüber hinaus unterliegt die Ansprechempfindlichkeit von bekannten Systemen häufig Abweichungen und Veränderungen, die von der Temperatur abhängig sind. Diese sind nicht ohne weiteres kompensierbar und führen zu einer möglichen Ungenauigkeit bei der Anzeige der tatsächlichen Oberflächenzustände.

Wenn in dem System ein Signalgenerator in Verbindung mit einem Fühler benutzt wird, sollten dieser Generator und seine zugeordneten Bauelemente an einer entfernten Stelle, wie beispielsweise unter der Brücke oder in einem beträchtlichen Abstand von der Rollbahn- oder Autobahnoberfläche, in die der Fühler eingebettet ist, angeordnet sein. Zum Ver-

bessern der Empfindlichkeit von solchen Systemen sind jedoch häufig Generatoren höherer Frequenz (z.B. 200 kHz) benutzt worden, durch die die Entfernung, über die das Signal mittels der üblichen Drahtkabel geleitet werden kann, stark begrenzt wird.

Die Erfindung schafft eine Anlage mit folgenden vorteilhaften Eigenschaften:

sie meldet zuverlässig Nässe und Vereisung auf der Oberfläche einer Fahrbahn und ist ausreichend empfindlich, um das Vorhandensein von Niederschlag auf einer Fahrbahn genau feststellen zu können;

der in ihr vorgesehene Fühler hat eine stark verbesserte Verschleiss- und Abriebfestigkeit und ausserdem eine höhere Empfindlichkeit;

sie stellt genau und zuverlässig das Vorhandensein von Niederschlag auf einer Fahrbahn in einem grossen Bereich von Änderungen der Umgebungstemperatur fest; und sie ermöglicht eine bessere Entwurfsanpassungsfähigkeit hinsichtlich der Lage ihrer verschiedenen Teile.

Die Anlage nach der Erfindung enthält einen Block aus elektrisch isolierendem Material, der in die Fahrbahn so eingebettet ist, dass die obere Fläche des Blockes mit der Fahrbahnoberfläche im wesentlichen bündig und atmosphärischem Niederschlag ausgesetzt ist; eine Fühlerelektrode, die in den Block eingekapselt und in einem vorbestimmten Abstand unterhalb der oberen Fläche des Blockes angeordnet ist, so dass die Ansammlung von atmosphärischem Niederschlag auf der oberen Fläche die Kapazität und die Konduktanz zwischen der Fühlerelektrode und der Fahrbahn beeinflusst; eine Einrichtung, die der Fühlerelektrode einen zeitveränderlichen elektrischen Strom liefert, dessen Amplitude im wesentlichen konstant und von der Ansammlung von atmosphärischem Niederschlag auf der oberen Fläche des Blockes unabhängig ist; einen Verstärker zum Verstärken eines elektrischen Signals, das an eine Eingangsklemme angelegt wird; eine Einrichtung zum Miteinanderverbinden einer Eingangsklemme des Verstärkers, der den zeitveränderlichen elektrischen Strom liefernden Einrichtung und der Fahrbahn in der Nähe der Fühlerelektrode; eine Einrichtung zum Verbinden der Fühlerelektrode mit der anderen Eingangsklemme des Verstärkers, um einen Stromkreis zwischen der den zeitveränderlichen elektrischen Strom liefernden Einrichtung, der Fühlerelektrode und dem Verstärker zu schliessen und dadurch das genannte elektrische Signal an den Verstärker anzulegen, wobei die Amplitude dieses Signals an der Eingangsklemme des Verstärkers im wesentlichen allein eine Funktion der Änderung der Kapazität und der Konduktanz zwischen der Fühlerelektrode und der Fahrbahn ist, wenn sich atmosphärischer Niederschlag auf der oberen Fläche des Blockes ansammelt; und eine Niederschlagssignalschaltung, die dann, wenn die Amplitude eines verstärkten elektrischen Signals aus dem Verstärker einen vorbestimmten Wert erreicht, ein Ausgangssignal erzeugt, welches das Vorhandensein von atmosphärischem Niederschlag auf der Fahrbahn meldet.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Fühlers einer Anlage nach der Erfindung, von welchem der Übersichtlichkeit halber gewisse Teile weggebrochen sind, und die Fig. 2A-2C Schaltbilder der elektrischen Schaltung, die in dem Fühler von Fig. 1 verwendet wird.

Die in den Zeichnungen dargestellte Anlage zum Melden von Nässe und Vereisung auf der Oberfläche einer Fahrbahn enthält einen Fühler, der in seiner Gesamtheit mit 1 bezeichnet ist. Der Fühler 1 enthält einen Block 3 aus elektrisch isolierendem Material, der eine ebene obere Fläche 5 aufweist.

Der Block 3 ist in eine Fahrbahn, wie beispielsweise eine Flugplatzrollbahn oder die Oberfläche einer Brücke, so eingebettet, dass seine obere Fläche 5 mit der Oberfläche der Fahrbahn im wesentlichen bündig ist. In dieser Position ist die obere Fläche 5 dem Niederschlag, d.h. Regen, Reif, Schnee, usw., der auf die umgebende Fahrbahn fällt, ausgesetzt. Die Fahrbahn ist durch strichpunktierte Linien 6 in Fig. 1 angedeutet. Das elektrisch isolierende Material, aus welchem der Block 3 besteht, umfasst ein in Wärme aushärtendes Kunstharzmaterial 7, dessen Dielektrizitätskonstante von der Temperatur relativ unabhängig ist. Ein ausgezeichnetes Kunstharzmaterial 7, das auch als Epoxidharz bezeichnet wird, wird durch Verwendung von Diglycidyläther von Bisphenol A mit Triäthylentetramin-Härter erzielt. Zur besseren Masshaltigkeit sollte das elektrisch isolierende Material, aus welchem der Block 3 besteht, weiter einen inerten Füllstoff enthalten, der insgesamt mit 9 bezeichnet ist und eine Dielektrizitätskonstante hat, welche im wesentlichen gleich der des Kunstharzmaterials 7 ist. Ausgezeichnete Ergebnisse sind unter Verwendung von sauberen, trockenen 1,6-mm-Quarzglasperlen oder sauberem Quarzsand als inertem Füllstoff 9 erzielt worden. Das Verhältnis von Kunstharzmaterial 7 zu Füllstoff 9 beträgt beispielsweise 50:50 Gewichtsteile.

Eine grosse, etwa quadratische Fühlerelektrode 11 ist in den Block 3 eingekapselt und in einem vorbestimmten Abstand in der Grössenordnung von 6,4 mm unterhalb der oberen Fläche 5 des Blockes 3 angeordnet. Die Elektrode 11 ist eine Metallfolie, die mit der oberen Fläche auf einem Substratmaterial 13, typischerweise einer Isolierstoffpappe, wie sie zur Herstellung von gedruckten Schaltungskarten benutzt wird, verklebt und ihrerseits in den Block 3 eingekapselt ist. Die Kapazität und die Konduktanz zwischen der Elektrode 11 und der Fahrbahn 6 ist in Fig. 2A mit gestrichelten Linien durch Ersatzkondensatoren C1 und C3 und einen Ersatzwiderstand GI dargestellt. Diskrete Bauelemente, welche die Werte der Kondensatoren C1 und C3 und des Widerstands GI haben, sind in der Schaltung tatsächlich nicht vorhanden, sondern die kapazitiven und galvanischen Effekte zwischen der Fühlerelektrode 11 und der Fahrbahn, d.h. Erde, sind das Äquivalent für das Vorhandensein des Widerstands GI und der Kondensatoren C1 und C3 in der Schaltung. Im folgenden wird die Schaltung so beschrieben, als wären der Widerstand GI und die Kondensatoren C1 und C3 diskrete Bauelemente. Der Kondensator C1 stellt die Kapazität zwischen der Fühlerelektrode 11 und der oberen Fläche 5 des Blockes 3 dar, während der Kondensator C3 und der Widerstand GI die Kapazität und die Konduktanz zwischen der oberen Fläche 5 und der Fahrbahn 6 darstellen. Die Fahrbahn 6 befindet sich selbstverständlich definitionsgemäss auf Erdpotential und kann als eine extrem grosse Platte auf Erdpotential angesehen werden, welche sich von dem Fühlerblock aus in alle Richtungen erstreckt.

Ein Konstantspannungsschwingungsschaltzylinder 15 und ein 200-pF-Kondensator C5 bilden eine Einrichtung, die der Fühlerelektrode 11 einen zeitveränderlichen elektrischen Strom 16 liefert, dessen Amplitude im wesentlichen konstant und von jeglicher Ansammlung von atmosphärischem Niederschlag auf der oberen Fläche 5 des Blockes 3 unabhängig ist. Der Oszillator 15 erzeugt ein Sinusschwingungssignal mit einer Frequenz von ungefähr 5 kHz und gibt dieses Signal an einen Widerstand R1 und einen Thermistor T1 ab. Diese Temperaturkompensationsbauelemente sind erforderlich, um eine kleine Änderung in der Kapazität des Kondensators C1 zu kompensieren, die durch eine Änderung in der Dielektrizitätskonstanten der Materialien 7 und 9 des Blockes 3 bei einer Temperaturänderung verursacht wird, und sie bilden gemeinsam eine mit dem Oszillator 15 und der Fühlerelektrode 11 verbundene Einrichtung zum Kompensieren von auf

Temperaturänderungen zurückzuführende Änderungen der Dielektrizitätskonstante des Isoliermaterials, aus welchem der Block 3 hergestellt ist.

Wegen der relativ niedrigen Frequenz, die erzeugt wird, kann der Oszillator 15 bis zu 152 m von der Fühlerelektrode 11 entfernt angeordnet sein.

Ein Teil des Stroms 16, welcher der Fühlerelektrode 11 zugeführt wird, geht verloren, d.h. wird aufgrund der kapazitiven und galvanischen Effekte zwischen der Elektrode 11 und der Fahrbahn 6 zur Erde abgeleitet, wobei die Verlustmenge davon abhängig ist, ob auf der oberen Fläche 5 atmosphärischer Niederschlag vorhanden ist. Die Kapazität zwischen der oberen Fläche 5 und der Fahrbahn 6, die durch den Kondensator C3 dargestellt ist, ist ziemlich klein, wenn die obere Fläche 5 trocken ist, und die Konduktanz, die durch den Widerstand GI dargestellt ist, ist praktisch null, was bei trockenem Wetter praktisch keinen Verlust an Strom 16 von der Elektrode 11 zu der Fahrbahn 6 ergibt. Wenn auf der oberen Fläche 5 Niederschlag vorhanden ist, ist diese Fläche jedoch kapazitiv und/oder galvanisch mit der Fahrbahn 6 über den Niederschlag verbunden, und die Grenzfläche dieses Niederschlags mit der Fahrbahn verursacht einen beträchtlichen Verlust an Strom 16 von der Elektrode 11 zu der Fahrbahn 6.

Die Fühlerelektrode 11 ist mittels eines Widerstands R3 und einer Leitung L1 mit der nichtinvertierenden Eingangsklemme eines Verstärkers 17 verbunden. Ein 1-M Ω -Widerstand R5 ist zwischen die Leitung L1 und die Fahrbahn 6 geschaltet und bildet einen Gleichstromvorspannungsstrompfad, den der Verstärkereingang benötigt. Die invertierende Klemme des Verstärkers 17 ist über eine Leitung L3 mit der Fahrbahn 6, d.h. mit Erde verbunden. Ebenso ist der Oszillator 15 über eine Leitung L5 mit der Fahrbahn 6 verbunden. Selbstverständlich braucht der tatsächliche Erdverbinder der Schaltung nicht notwendigerweise in die Fahrbahn 6 selbst eingefügt zu werden, da das Potential der Fahrbahn 6 und jedes andere geeignete Potential gegen Erde gleich sein werden. Die Leitung L1 und der Widerstand R3 schliessen deshalb einen Stromkreis zwischen dem Oszillator 15, der Fühlerelektrode 11 und dem Verstärker 17. Infolgedessen wird ein zeitveränderliches elektrisches Signal, welches mit der Bezugszahl 19 bezeichnet ist, an den nichtinvertierenden Eingang des Verstärkers 17 angelegt. Da die Stromverluste, die von der Fühlerelektrode 11 bis zur Fahrbahn 6 auftreten, die Amplitude des Signals 19 verringern, ist die Amplitude dieses Signals an den Eingangsklemmen des Verstärkers 17 im wesentlichen allein eine Funktion der Änderung der Kapazität und der Konduktanz zwischen der Fühlerelektrode 11 und der Fahrbahn 6, wenn sich atmosphärischer Niederschlag auf der oberen Fläche 5 des Blockes 3 ansammelt. Das Ausgangssignal des Verstärkers 17 ist deshalb ein verstärktes Signal 21, dessen Grösse abnimmt, wenn die Kapazität zwischen der Elektrode 11 und der Fahrbahn 6 zunimmt, d.h. wenn sich atmosphärischer Niederschlag auf der oberen Fläche 5 des Blockes 3 ansammelt.

Das verstärkte elektrische Signal 21 wird an eine Niederschlagssignalschaltung angelegt, die insgesamt mit 23 bezeichnet ist und einen Spannungsfolger 25, eine in ihrer Gesamtheit mit 27 bezeichnete Gleichrichterschaltung, einen invertierenden Verstärker 29, ein aus einem Widerstand R7 und einem Kondensator C7 bestehendes Tiefpassfilter 31, einen Summierverstärker 33, einen Schmitt-Trigger 35 und einen npn-Transistor Q1 enthält. Das verstärkte Signal 21 wird durch die Gleichrichterschaltung 27 gleichgerichtet, und die harmonischen Komponenten des sich ergebenden Signals werden durch das Tiefpassfilter 31 herausgefiltert, so dass nur die durchschnittliche oder mittlere Komponente des Signals 21 zurückbleibt. Diese mittlere Komponente des Signals 21

wird einem Summierpunkt 37 des Summierverstärkers 33 zugeführt.

Eine Abgleichschaltung, die insgesamt mit 39 bezeichnet ist, gibt ebenfalls ein Signal an den Summierpunkt 37 ab. Die Abgleichschaltung 39 enthält eine negative 12-V-Quelle V1 und ein Potentiometer 41, welches so eingestellt wird, dass die Spannung an dem Summierpunkt 37 ungefähr null ist, wenn kein Niederschlag auf der oberen Fläche 5 des Blockes 3 vorhanden ist. Wenn Niederschlag auf der oberen Fläche 5 vorhanden ist, ist selbstverständlich die Grösse der mittleren Komponente des Signals 21 kleiner als wenn kein Niederschlag vorhanden ist. Der Niederschlag senkt die Spannung an dem Summierpunkt 37 und macht ihn negativ, so dass das Ausgangssignal des Summierverstärkers 33 positiver wird. Das Ausgangssignal des Verstärkers 33 beträgt beispielsweise, 0,5 V oder weniger, wenn die obere Fläche «trocken» ist, und 2,0 V oder mehr, wenn sie «nass» ist. Das Ausgangssignal des Summierverstärkers 33 wird über eine Leitung L7 an einen Spannungsteiler abgegeben, welcher aus einem Widerstand R9, einem Widerstand R11 und einer negativen 12-V-Quelle V2 besteht. Die Werte der Widerstände R9 und R11 werden so gewählt, dass sichergestellt ist, dass der Schmitt-Trigger 35, dessen Eingang mit dem Spannungsteiler zwischen diesen beiden Widerständen verbunden ist, ein negatives Ausgangssignal hat, wenn das Ausgangssignal des Summierverstärkers 33 2,0 V oder mehr beträgt, und ein positives Ausgangssignal hat, wenn das Ausgangssignal des Summierverstärkers 33 0,5 V oder weniger beträgt. Das Ausgangssignal des Schmitt-Triggers 35 wird der Basis eines Transistors Q1 zugeführt. Negative Spannungsauswanderungen an der Basis des Transistors Q1 werden durch eine Klemmdiode D1 verhindert. Der Kollektor des Transistors Q1 ist mit einer TTL-NAND-Schaltung G1 vorhanden. Wenn das Ausgangssignal des Schmitt-Triggers 35 negativ ist, d.h. wenn auf der Fahrbahn 6 Niederschlag vorhanden ist, leitet der Transistor Q1 nicht, und die an dem Kollektor des Transistors Q1 gemessene Spannung wird etwa 5,0 V betragen. Diese Spannung an dem Kollektor ist ein Ausgangssignal einer Niederschlagssignalschaltung 23, welches das Vorhandensein von atmosphärischem Niederschlag auf der Fahrbahn 6 anzeigt. Wenn das Ausgangssignal des Schmitt-Triggers 35 positiv ist, d.h. wenn die Oberfläche der Fahrbahn 6 niederschlagsfrei ist, leitet der Transistor Q1, und die an dem Kollektor gemessene Spannung wird etwa 0 V betragen. Dieser Zustand des Transistors Q1 wird als das Nichtvorhandensein eines Ausgangssignals aus der Niederschlagssignalschaltung 23 betrachtet. Der genaue Triggerpunkt des Schmitt-Triggers 35 in bezug auf die Amplitude des verstärkten Signals 21 ist selbstverständlich eine Funktion der Werte der Bauelemente, aus denen die Niederschlagssignalschaltung 23 aufgebaut ist. Nur dann, wenn die Amplitude des verstärkten elektrischen Signals 21 eine vorbestimmte Grösse erreicht, d.h. auf einen vorbestimmten Wert sinkt, der durch die Werte der Bauelemente der Niederschlagssignalschaltung 23 festgelegt ist, ist das Ausgangssignal des Schmitt-Triggers 35 negativ, was zu einem niederschlag anzeigenden Ausgangssignal an dem Kollektor des Transistors Q1 führt. Die Werte dieser Bauelemente werden so eingestellt, dass eine genaue Anzeige von Niederschlag auf der oberen Fläche 5 des Blockes 3 geliefert wird und Falschanzeigen verringert oder eliminiert werden. Insbesondere dann, wenn die vorbestimmte Grösse des verstärkten Signals 21 einem Ausgangssignal des Summierverstärkers 33 von wenigstens 2 V entspricht, werden ausgezeichnete Ergebnisse erzielt. Die Niederschlagssignalschaltung 23 stellt somit eine Einrichtung dar, die dann, wenn die Amplitude des verstärkten elektrischen Signals 21 aus dem Verstärker 17 eine vorbestimmte Grösse erreicht, ein Ausgangssignal liefert, d.h. das an dem Kollektor des Transistors Q1 gemessene 5-V-Aus-

gangssignal, welches das Vorhandensein von atmosphärischem Niederschlag auf der Fahrbahn 6 anzeigt. Insbesondere bildet die Niederschlagssignalschaltung 23 eine Einrichtung, die auf das Abfallen der Amplitude des verstärkten elektrischen Signals 21 auf den vorbestimmten Wert anspricht.

Gemäss Fig. 1 sind zwei parallele Platten, die mit den Bezugswerten 43 bzw. 45 bezeichnet sind, in den Block 3 so eingebettet, dass ihre oberen Flächen mit der oberen Fläche 5 bündig sind. Die beiden Platten 43, 45 bilden zwei in gegenseitigem Abstand angeordnete Elektroden, die atmosphärischem Niederschlag ausgesetzt sind. Gemäss Fig. 2A ist die Elektrode 43 über eine Leitung L9 mit Erde, d.h. wie oben erläutert, mit der Fahrbahn 6 verbunden. Die Leitung L9 bildet somit eine Einrichtung zum Miteinanderverbinden der Elektrode 43 und der Fahrbahn 6.

Die Elektrode 43 hat eine doppelte Funktion. In Verbindung mit der Elektrode 45 wirkt sie als ein Eisfühler, was im folgenden noch näher erläutert ist. Sie dient aber auch zum Verbessern der elektrischen Verbindung zwischen der Fahrbahn 6 und atmosphärischem Niederschlag auf der oberen Fläche 5 des Fühlerblockes 3, da sie in körperlicher Berührung mit dem Niederschlag auf der oberen Fläche 5 ist und ausserdem über die Leitung L9 mit der Fahrbahn 6 verbunden ist. Solche Elektroden zur Verbesserung der Verbindung könnten selbstverständlich die verschiedensten Formen und Grössen haben.

Fig. 1 zeigt eine weitere Elektrode 47, die in den Fühlerblock 3 eingekapselt ist. Die Elektrode 47 weist Abstand von der Fühlerelektrode 11 auf, ist zu dieser koplanar und umgibt im wesentlichen die Fühlerelektrode 11 in ihrer gemeinsamen Ebene. Die Elektrode 47 ist mit der Fahrbahn 6 durch eine Leitung L11 zwischen ihr und der Elektrode 43 verbunden, welche ihrerseits mit der Fahrbahn 6 verbunden ist. Die Leitung L11 bildet selbstverständlich eine Einrichtung zum Miteinanderverbinden der Elektrode 43 und der Elektrode 47. Statt der Leitung L11 und der Elektrode 43 könnten selbstverständlich viele Einrichtungen zum Miteinanderverbinden der Fahrbahn 6 und der Elektrode 47 benutzt werden. Es ist lediglich erforderlich, dass die Elektrode 47 in elektrischem Kontakt mit der Erde des Systems ist. Die Elektrode 47 könnte selbstverständlich weggelassen werden, ohne dass sich dadurch die Betriebsweise der hier beschriebenen Anlage ändern würde.

Gemäss Fig. 2A ist die Elektrode 45 mit einer 12-V-Wechselstromquelle V3 und ausserdem mit einer Zustandsanzeigeschaltung, die insgesamt mit 49 bezeichnet ist, verbunden. Die Zustandsanzeigeschaltung 49 bildet eine Einrichtung, die ein Ausgangssignal liefert, dessen Grösse von dem Widerstand zwischen den Elektroden 43 und 45 abhängig ist. Da die Elektroden 43 und 45 atmosphärischem Niederschlag ausgesetzt sind, wird der Widerstand zwischen ihnen durch diesen Niederschlag beeinflusst und insbesondere ist der Widerstand zwischen ihnen grösser, wenn der Niederschlag Eis statt Wasser ist. Wenn der Widerstand zwischen den Elektroden 43 und 45 zunimmt, geht weniger Strom verloren, oder weniger Strom wird von der Elektrode 45 zur Elektrode 43 abgeleitet, und deshalb nimmt die Grösse des von der Spannungsquelle V3 an die Zustandsanzeigeschaltung 49 angelegten Signals zu. Die Grösse des an die Zustandsanzeigeschaltung 49 abgegebenen Signals ändert sich selbstverständlich in Abhängigkeit von den relativen Mengen an Eis und Wasser zwischen den Elektroden 43 und 45. Die Zustandsanzeigeschaltung 49 richtet, kurz gesagt, dieses Signal in einer Gleichrichterschaltung, die insgesamt mit 51 bezeichnet ist, gleich, filtert die harmonischen Komponenten des gleichgerichteten Signals in einem insgesamt mit 53 bezeichneten Tiefpassfilter heraus und verstärkt die sich ergebende mittlere oder durchschnittliche

Komponente des Signals in einem Verstärker 55, wobei sich die Grösse des Ausgangssignals desselben deshalb in Abhängigkeit von dem Widerstand zwischen den Elektroden 43 und 45 ändert. Wenn zwischen den Elektroden 43 und 45 Eis vorhanden ist, beträgt das Ausgangssignal des Verstärkers 55 beispielsweise 0,9 V oder mehr, wobei diese 0,9 V eine als Beispiel gewählte vorbestimmte Eisschwellenwertgrösse darstellen. Wenn nur Wasser zwischen den Elektroden 43, 45 vorhanden ist, ist das Ausgangssignal des Verstärkers 55 kleiner als 0,75 V, wobei diese 0,75 V eine vorbestimmte Alarmschwellenwertgrösse darstellen. Die vorbestimmten Schwellenwerte, die vorstehend angegeben sind, sind die bevorzugten Schwellenwerte, wenn Salz auf die Fahrbahn 6 gestreut wird, um ihre Vereisung zu verzögern. Wenn andere Vereisungsschutzmittel, wie Äthylenglycol und Harnstoff, auf der Fahrbahn 6 benutzt werden, werden sich die vorbestimmten Schwellenwerte von den oben angegebenen unterscheiden. Die Schwellenwerte der Anlage, die bei irgendeiner besonderen Fahrbahn 6 benutzt werden, werden selbstverständlich so eingestellt, dass sie dem Vereisungsschutzmittel entsprechen, welches im allgemeinen auf dieser Fahrbahn benutzt wird.

Wenn die Temperatur der Fahrbahn 6 über einer vorbestimmten Temperatur von beispielsweise $0,56^{\circ}\text{C}$ liegt, oberhalb welcher sich kein Eis bildet, sollte der Wert des Ausgangssignals des Verstärkers 55 kleiner als der vorbestimmte Alarmschwellenwert von beispielsweise 0,75 V sein. Um sicherzustellen, dass das der Fall ist, enthält die Zustandsanzeigeschaltung 49 eine insgesamt mit 57 bezeichnete Temperaturmessschaltung (Fig. 2B). Die Temperaturmessschaltung 57 enthält zwei 12-V-Quellen V5 und V7. Die Spannungsquelle V5 ist über eine Z-Diode Z1 und eine Diode D3 mit der Basis eines pnp-Transistors Q2 verbunden, während die Spannungsquelle V7 mit dem Emitter des Transistors Q2 verbunden ist und diesen veranlasst, Strom an ein insgesamt mit 59 bezeichnetes Widerstandsnetz abzugeben, welches einen Thermistor T3 enthält. Ausserdem ist mit dem Widerstandsnetz 59 eine negative 12-V-Quelle V9 verbunden. Der Kollektor des Transistors Q2 ist mit dem nichtinvertierenden Eingang eines Verstärkers 61 verbunden. Die an dem Kollektor des Transistors Q2 gemessene Spannung ist eine Funktion des Widerstands des Thermistors T3. Da der Thermistor T3 einen NTC-Widerstand hat, d.h. ein Thermistor mit negativem Temperaturkoeffizienten ist, ändert sich das Ausgangssignal des Verstärkers 61 entgegengesetzt zur Temperatur. Die Grösse des Ausgangssignals des Verstärkers 61 kann selbstverständlich in gewünschter Weise mit Hilfe von zwei Potentiometern 63 und 65 eingestellt werden, die einen Teil des Widerstandsnetzes 59 bilden.

Das Ausgangssignal des Verstärkers 61 wird über eine Leitung L13 an einen insgesamt mit 67 bezeichneten Spannungsteiler abgegeben, der eine 12-V-Quelle V11, einen Widerstand R13, ein Potentiometer 69 und einen Widerstand R15 enthält. Die Schleiferklemme des Potentiometers 69 ist mit dem Eingang eines Schmitt-Triggers 71 verbunden. Wenn die Temperatur der Fahrbahn 6 $0,56^{\circ}\text{C}$ erreicht, bewirkt das Ausgangssignal des Verstärkers 61, dass die Eingangsspannung an dem Schmitt-Trigger 71 negativ ist, was bewirkt, dass dessen Ausgangsspannung positiv ist. Diese positive Spannung wird an die Basis eines npn-Transistors Q3 angelegt und macht diesen leitend. Der Kollektor des Transistors Q3 ist mit dem nichtinvertierenden Eingang des Verstärkers 55 verbunden, so dass, wenn der Transistor Q3 leitet, das Eingangssignal an diesem Eingang praktisch null wird und gewährleistet, dass das Ausgangssignal des Verstärkers 55 kleiner als 0,75 V ist, d.h. gewährleistet, dass dieser Verstärker nicht eine (fehlerhafte) Anzeige verursacht, dass Eis zwischen den Elektroden 43 und 45 vorhanden ist, wenn die Temperatur über $0,56^{\circ}\text{C}$ liegt.

Das Ausgangssignal des Verstärkers 55 wird an eine insgesamt mit 73 bezeichnete Eisanzeigeschaltung angelegt, die ein Ausgangssignal liefert, welches die Tatsache meldet, dass das Ausgangssignal des Verstärkers 55 über dem vorbestimmten Eisschwellenwert, d.h. über 0,9 V liegt, und an eine insgesamt mit 75 bezeichnete Alarmschaltung, die ein Ausgangssignal liefert, welches die Tatsache meldet, dass das Ausgangssignal des Verstärkers 55 über dem vorbestimmten Alarmschwellenwert, d.h. über 0,75 V liegt. Die Eisanzeigeschaltung 73 enthält eine negative 12-V-Quelle V13, einen Schmitt-Trigger 77 und einen Spannungsteiler 79, der aus einem Widerstand R17, einem Potentiometer 81 und einem Widerstand R19 besteht. Der Eingang des Schmitt-Triggers 77 ist mit der Schleiferklemme des Potentiometers 81 verbunden. Das Potentiometer 81 ist so eingestellt, dass die Eingangsspannung des Schmitt-Triggers 77 grösser als die Triggerspannung ist, wenn das Ausgangssignal des Verstärkers 55 0,9 V oder mehr beträgt. Ein Ausgangssignal des Verstärkers 55, das Eis zwischen den Elektroden 43 und 45 meldet, bewirkt somit, dass das Ausgangssignal des Schmitt-Triggers 77 negativ ist, während ein Ausgangssignal des Verstärkers 55 von weniger als 0,9 V bewirkt, dass das Ausgangssignal des Schmitt-Triggers 77 positiv ist.

Die Alarmanzeigeschaltung 75 enthält eine negative 12-V-Quelle V15, einen Widerstand R21, ein Potentiometer 83, einen damit verbundenen Schmitt-Trigger 85 und einen Widerstand R23. Die Alarmanzeigeschaltung 75 unterscheidet sich jedoch von der Eisanzeigeschaltung 73 in den Werten der Widerstände, da der Schmitt-Trigger 85 ein negatives Ausgangssignal immer dann hat, wenn der Alarmschwellenwert, d.h. 0,75 V, erreicht oder überschritten worden ist.

Die Ausgangssignale der Schmitt-Trigger 77 und 85 werden über Leitungen L15 bzw. L17 an eine elektrische Logikschaltung abgegeben, die in Fig. 2C insgesamt mit 87 bezeichnet ist. Die Logikschaltung 87 benutzt diese beiden Ausgangssignale, die Eis bzw. Schneematsch anzeigen, zusammen mit der Spannung an dem Kollektor des Transistors Q1, welche das Vorhandensein von irgendwelchem Niederschlag auf der oberen Fläche 5 des Blockes 3 anzeigt, um vier sich gegenseitig ausschliessende Ausgangssignale zu liefern, die eine nasse, eine vereiste, eine niederschlagsfreie obere Fläche 5 bzw. eine beginnende Eisbildung auf dieser oberen Fläche anzeigen. Wenn Wasser auf der oberen Fläche 5 des Blockes 3 vorhanden ist, beträgt die Spannung an dem Kollektor des Transistors Q1 etwa 5 V, und die Ausgangssignale der Triggerschaltungen 77 und 85 sind positiv. Die Spannung an dem Kollektor des Transistors Q1 bewirkt, dass einzelne Eingänge von drei NAND-Schaltungen G1, G3 und G5 der Logikschaltung 87 einen H-Wert annehmen. (Anmerkung: Die Logikschaltung 87 ist mit TTL-Bauelementen implementiert, so dass vereinbarungsgemäss ein H-Wert eines Eingangs- oder Ausgangssignals ungefähr +5 V und ein L-Wert eines Eingangs- oder Ausgangssignals ungefähr 0 V beträgt.) Das andere Eingangssignal der NAND-Schaltung G1 ist, wenn sich nur Wasser auf der oberen Fläche 5 befindet, ein H-Signal, das von der Trigger-Schaltung 85 über die Leitung L17 geliefert wird. Das Signal aus der Triggerschaltung 85 wird auf ein Minimum von 0 V durch eine Diode D5 begrenzt, die zwischen Erde und die Leitung L17 geschaltet ist, und auf ein Maximum von 5 V durch eine Diode D, die zwischen die Leitung L17 und eine 5-V-Quelle V17 geschaltet ist. Das sich ergebende L-Ausgangssignal der NAND-Schaltung G1 wird an einen Inverter 89 abgegeben, der daraufhin ein H-Ausgangssignal an einen selbsthaltenden elektronischen Schalter 91 abgibt. Das Ausgangssignal des elektronischen Schalters 91 nimmt daran anschliessend einen H-Wert an, und dieses H-Ausgangssignal wird an eine Ausgangsklemme T1 angelegt, wobei dieses H-Ausgangssignal das Vorhandensein von Was-

ser auf der Fahrbahn 6 anzeigt. Lampen, Hupen, usw. sind mit der Klemme T1 verbunden und liefern eine sichtbare und/oder hörbare Anzeige des Vorhandenseins von Wasser auf der Fahrbahn 6.

Aus vorstehender Beschreibung ist zu erkennen, dass die NAND-Schaltung G1 eine Einrichtung darstellt, die, wenn das Ausgangssignal der Niederschlagssignalschaltung 21 und das Ausgangssignal der Zustandsanzeigeschaltung 49 nicht den vorbestimmten Alarmschwellenwert erreichen, ein Ausgangssignal an der Klemme T1 liefert, welches Nässe auf der oberen Fläche 5 meldet.

Das Eingangssignal der Logikschaltung 87 aus der Anzeigeschaltung 73, welches der Logikschaltung 87 über die Leitung L15 zugeführt wird, wird durch eine Klemmdiode D9, die mit der Leitung L15 und einer 5-V-Quelle V19 verbunden ist, am Überschreiten von 5 V und durch eine Klemmdiode D11, die mit der Leitung L15 und Erde verbunden ist, am Abfallen unter 0 V gehindert. Wenn Eis auf der Fahrbahn 6 vorhanden ist, ist das Ausgangssignal der Eisanzeigeschaltung 73 negativ, und das Eingangssignal der Logikschaltung 87 hat einen L-Wert. Dieses L-Eingangssignal wird an einen Inverter 93 angelegt, der sein sich ergebendes H-Ausgangssignal an eine NAND-Schaltung G5 anlegt. Das andere Eingangssignal der NAND-Schaltung G5 wird ebenfalls einen H-Wert haben, da Niederschlag auf der Fahrbahn 6 vorhanden ist. Das L-Ausgangssignal der NAND-Schaltung G5 wird durch einen Inverter 95 invertiert und an einen selbsthaltenden elektronischen Schalter 97 angelegt, dessen Ausgangssignal infolgedessen einen H-Wert annimmt. Dieses H-Ausgangssignal wird an eine NOR-Schaltung G7 angelegt und bewirkt, dass deren Ausgangssignal einen L-Wert annimmt. Dieses L-Ausgangssignal wird durch einen Inverter 99 invertiert und an eine Ausgangsklemme T2 angelegt, um eine Vereisung anzuzeigen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die elektrische Logikschaltung 87 dann, wenn das Ausgangssignal der Niederschlagssignalschaltung 23 und das Ausgangssignal der Zustandsanzeigeschaltung 49 den vorbestimmten Eisschwellenwert erreichen, ein Ausgangssignal an der Klemme T2 erzeugt, welches eine Vereisung der Fahrbahn 6 meldet.

Wenn sich ein Gemisch von Eis und Wasser auf der Fahrbahn 6 befindet, hat das Eingangssignal der Logikschaltung 87 auf der Leitung L15 einen H-Wert und das Eingangssignal auf der Leitung L17 einen L-Wert. Das H-Eingangssignal auf der Leitung L15 wird an einen Eingang der NAND-Schaltung G3 angelegt, an deren anderem Eingang ebenfalls ein H-Signal anliegt, wenn Niederschlag auf der Fahrbahn 6 vorhanden ist. Das sich ergebende L-Ausgangssignal der NAND-Schaltung G3 wird durch einen Inverter 101 invertiert, und das H-Ausgangssignal des Inverters 101 wird an eine NAND-Schaltung G9 angelegt. Das L-Signal auf der Leitung L17 wird durch einen Inverter 103 invertiert und das sich ergebende H-Ausgangssignal wird an den anderen Eingang der NAND-Schaltung G9 angelegt und bewirkt, dass dessen Ausgangssignal einen L-Wert annimmt. Es sei angemerkt, dass, wenn nur Eis auf der Fahrbahn 6 vorhanden ist, das Eingangssignal an der NAND-Schaltung G9 aus dem Inverter 103 noch einen H-Wert hat, dass aber das Eingangssignal aus der NAND-Schaltung G3 und dem Inverter 101 einen L-Wert hat, so dass das Ausgangssignal der NAND-Schaltung G9 einen H-Wert hat. Das bedeutet, dass das Ausgangssignal der NAND-Schaltung G9 nur dann einen L-Wert hat, wenn der vorbestimmte Alarmschwellenwert erreicht worden ist und wenn der vorbestimmte Eisschwellenwert nicht erreicht worden ist.

Das L-Ausgangssignal der NAND-Schaltung G9 wird durch einen Inverter 105 invertiert, und das sich ergebende H-Ausgangssignal wird an einen selbsthaltenden elektroni-

schen Schalter 107 angelegt, dessen Ausgangssignal infolgedessen einen H-Wert annimmt. Das H-Ausgangssignal des elektronischen Schalters 107 wird an einen Inverter 109 und an eine Antivalenzschaltung G11 angelegt. Das andere Eingangssignal der Antivalenzschaltung G11 ist das Ausgangssignal des elektronischen Schalters 97, welches einen L-Wert hat, wenn ein Gemisch von Eis und Wasser auf der Fahrbahn 6 vorhanden ist. Das H-Ausgangssignal der Antivalenzschaltung G11 wird an eine weitere Antivalenzschaltung G13 angelegt. Das andere Eingangssignal der Antivalenzschaltung G13 ist das Ausgangssignal des elektronischen Schalters 91, das einen L-Wert hat, wenn irgendwelches Eis auf der oberen Fläche des Blockes 3 vorhanden ist. Das Ausgangssignal der Antivalenzschaltung G13 hat demgemäss einen H-Wert und wird an eine dritte Antivalenzschaltung G15 angelegt, deren anderer Eingang mit einer 5-V-Quelle V21 verbunden ist. Das Ausgangssignal der Antivalenzschaltung G15, das deshalb einen L-Wert hat, wird an eine NOR-Schaltung G17 angelegt. Das andere Eingangssignal der NOR-Schaltung G17 ist das Ausgangssignal der NOR-Schaltung G7, das einen L-Wert hat, wenn ein Gemisch von Eis und Wasser auf der Fahrbahn 6 vorhanden ist. Das sich ergebende H-Ausgangssignal der NOR-Schaltung G17 wird an eine NOR-Schaltung G19 angelegt, deren anderes Eingangssignal das L-Ausgangssignal des Inverters 109 ist. Das Ausgangssignal der NOR-Schaltung G19, das deshalb einen H-Wert hat, wird an eine Klemme T3 angelegt und meldet das Einsetzen der Bildung von Eis auf der oberen Fläche 5 des Blockes 3.

Wenn das Ausgangssignal der Zustandsanzeigeschaltung 49 über dem Eisschwellenwert liegt, haben die Eingangssignale der Logikschaltung 87 auf den Leitungen L15 und L17 beide einen L-Wert, da der Alarmschwellenwert niedriger als der Eisschwellenwert ist. Wenn diese beiden Eingangssignale einen L-Wert haben, bewirken die NAND-Schaltungen G3 und G9, dass ein L-Signal an der Alarmklemme T3 anliegt. Andererseits, wenn nur das Signal auf der Leitung L17 einen L-Wert hat, bewirken die NAND-Schaltungen G3 und G9, dass ein H-Signal an der Klemme T3 erscheint. Die NAND-Schaltungen G3 und G9 bilden daher eine Einrichtung, die dann, wenn das Ausgangssignal der Niederschlagssignalschaltung 23 (da ein Eingangssignal der NAND-Schaltung G3 aus diesem Signal abgeleitet wird) und das Ausgangssignal der Zustandsanzeigeschaltung 49 den vorbestimmten Alarmschwellenwert, nicht aber den Eisschwellenwert erreichen, ein Ausgangssignal an der Klemme T3 erzeugen, welches den Beginn der Bildung von Eis auf der oberen Fläche 5 des Blockes 3 meldet.

In irgendeinem Zeitpunkt während des Schmelzens des Eises auf der Fahrbahn 6 fällt das Signal aus der Zustandsanzeigeschaltung 49 unter den Eisschwellenwert ab. Die Oberfläche der Fahrbahn 6 wird sich jedoch noch in einem äusserst gefährlichen Zustand befinden, bis sämtliches Eis geschmolzen ist. Zur Erzeugung einer entsprechenden Warnung vor diesem gefährlichen Zustand hält eine insgesamt mit 111 bezeichnete Schaltung, die aus der NOR-Schaltung G7, den Antivalenzschaltungen G11, G13, und G15 und der NOR-Schaltung G17 besteht, die Spannung an der Klemme T2 auf einem H-Wert, wodurch eine vereiste Oberfläche angezeigt wird, bis sämtliches Eis auf der Fahrbahn 6 geschmolzen ist, d.h. bis das Signal aus der Schaltung 49 unter den Eisschwellenwert und unter den Alarmschwellenwert abfällt.

Es sollte ausserdem ein Ausgangssignal geliefert werden, welches einen niederschlagsfreien Zustand meldet. Definitionsgemäss ist ein niederschlagsfreier Zustand dann vorhanden, wenn kein Niederschlag auf der Fahrbahn 6 vorhanden ist. Das wird durch ein L-Signal an dem Kollektor des Transistors Q1 gemeldet, d.h. durch das Nichtvorhandensein eines

Ausgangssignals aus der Niederschlagssignalschaltung 23. Dieses an die NAND-Schaltungen G1, G3 und G5 angelegte L-Signal bewirkt, dass die Spannung an allen drei Klemmen T1–T3 einen L-Wert annimmt. Die Klemmen T1–T3 sind mit einer NOR-Schaltung G21 verbunden. Wenn die Fahrbahn 6 niederschlagsfrei ist, bewirken die sich ergebenden L-Signale, die an die Eingänge einer NOR-Schaltung G21 von den Klemmen T1–T3 her angelegt werden, dass das Ausgangssignal dieser NOR-Schaltung einen H-Wert hat. Dieses H-Ausgangssignal wird an eine vierte Klemme T4 angelegt und dadurch eine niederschlagsfreie Fahrbahnoberfläche gemeldet. Die NOR-Schaltung G21 bildet somit eine Einrichtung,

die dann, wenn kein Ausgangssignal aus der Niederschlags-signalschaltung 23 vorhanden ist, ein Ausgangssignal an der Klemme T4 erzeugt, welches einen niederschlagsfreien Fahrbahnzustand meldet.

⁵ Vorüberfahrende Fahrzeuge entfernen manchmal kurzzeitig den Niederschlag von der oberen Fläche 5 des Blockes 3. Um zu verhindern, dass dieser kurzzeitige Zustand eine Änderung an den Anzeigeklemmen T1–T3 verursacht, enthält der Fühler 1 eine insgesamt mit 113 bezeichnete Verzögerungsschaltung, die für eine Verzögerung von 1 min sorgt, vor deren Ablauf sich die Ausgangssignale der elektronischen Schalter 91, 97 und 107 nicht ändern können.

FIG. 1

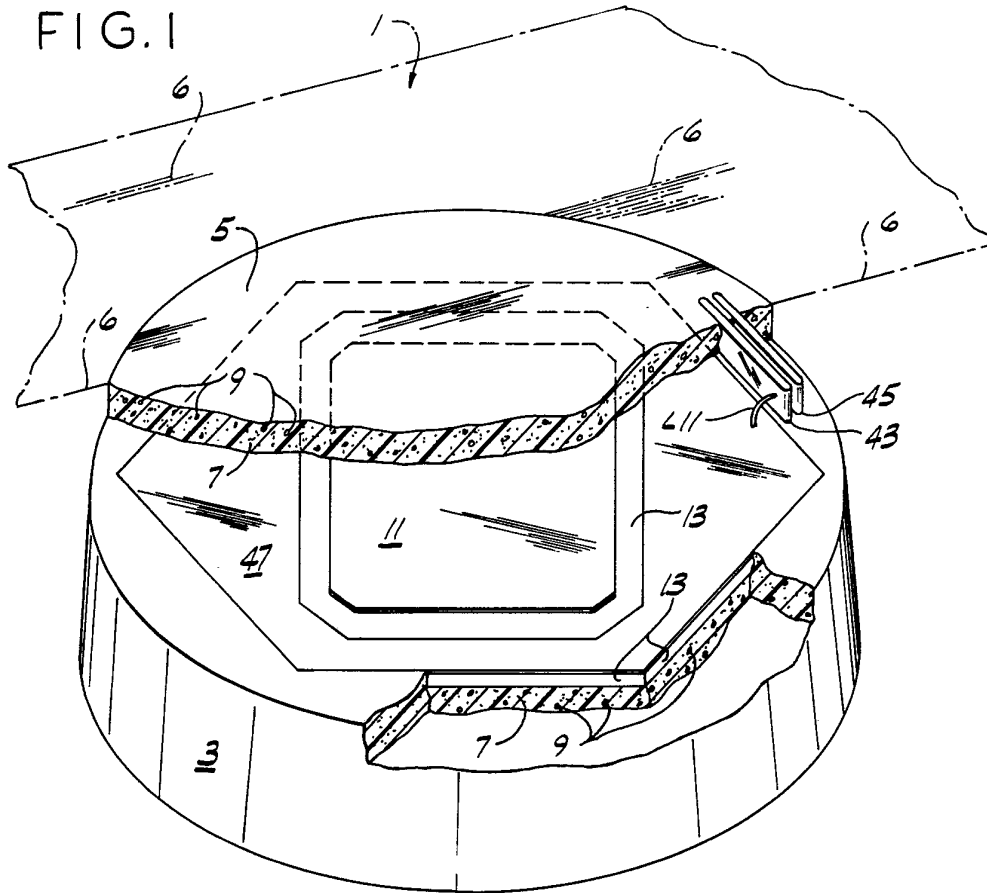
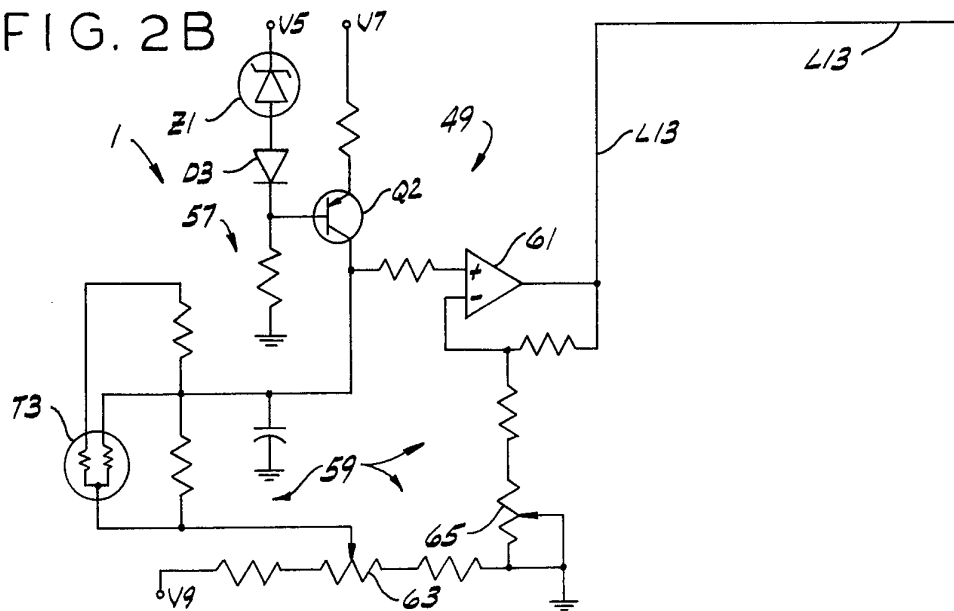


FIG. 2B



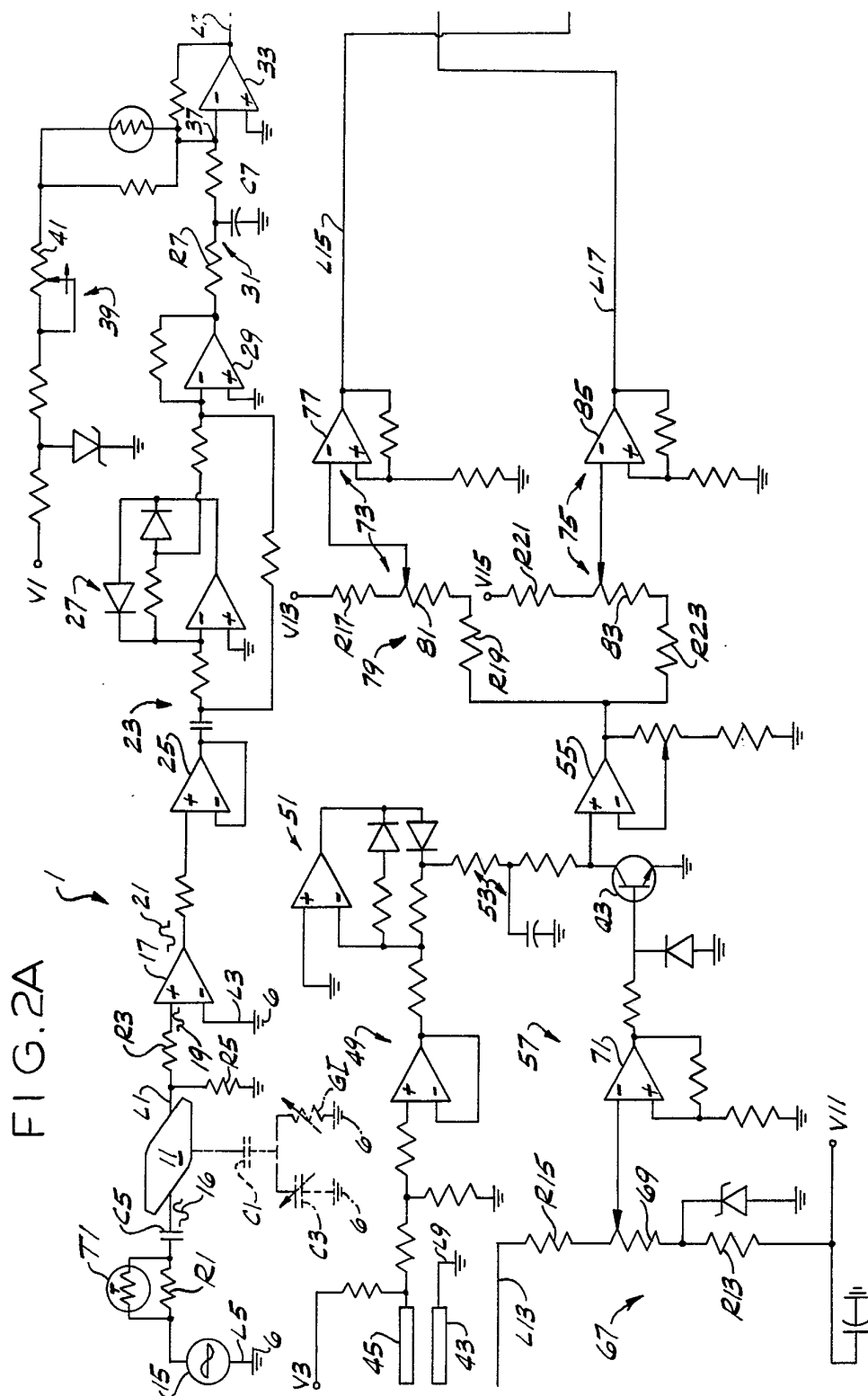


FIG. 2C