



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 015 355 A1** 2006.11.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 015 355.0**

(22) Anmeldetag: **04.04.2005**

(43) Offenlegungstag: **09.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01V 3/32** (2006.01)
G01N 24/08 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Kopp, Thomas, 35102 Lohra, DE; Kaus, Arnim, Dr.,
 65321 Heidenrod, DE**

(72) Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE 196 81 360 T1

US 68 56 132 B2

US2005/00 30 021 A1

US2004/01 19 471 A1

EP 12 64 576 A2

EP 00 24 961 B1

WO 01/20 366 A1

WO 00/54 075 A1

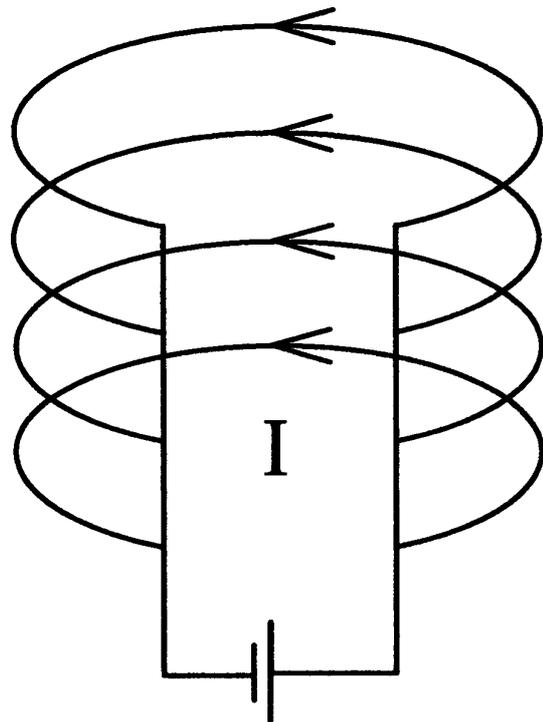
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern**

(57) Zusammenfassung: Zur Erkundung der physikalischen und chemischen Eigenschaften im Innern von stofflichen Körpern eignen sich besonders zeitbereichselektromagnetische und NMR-Verfahren, welche häufig zweckmäßigerweise eine einzige geerdete und ungeerdete Antenne für einen alternierenden Sende- und Empfangsbetrieb verwenden. Dabei wirken Maßnahmen zur Erhöhung der Empfangsleistung einschränkend auf die Sendeeigenschaften. Außerdem sind bei achterförmigen Antennenschleifen größere Kabellängen und verringerte Reichweiten hinzunehmen. Das neue Verfahren soll hierbei Abhilfe schaffen.

Um einen geologischen Untergrund mit größtmöglicher Tiefenreichweite anzuregen und zu erkunden, wird eine ringförmige mehradrige Kabelschleife geeigneten Durchmessers parallel mit Gleichstrom oder mit Wechselstrom definierter Frequenz versorgt. Durch kurzfristiges Abschalten des Transmitterstroms werden strom- und antennenflächenproportionale magnetische Momente und Sekundärfelder im Umfeld generiert, die in dem geöffneten einzigen Antennenkörper durch serielles Verschalten einzelner Adern wiederum als verstärkte transiente Spannungen empfangen werden können. Durch modularen Aufbau und partielle Erdungsstrecken unter Einschluss im Untergrund befindlicher, mit diesem elektrisch leitend verbundener und besonders elektrisch leitfähiger Maschinen und/oder entsprechender technischer Einbauten und Rohrleitungen und/oder entsprechender Lagerstätten oder Vorkommen leitfähigen Materials können überdies derartige ...



Beschreibung**Aufgabenstellung**

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein physikalisches Sende- und Empfangsverfahren für transient-elektromagnetische und Nuclear Magnetic Resonance (NMR-) Tiefenanregungen und -erkundungen von stofflichen Körpern. Es ist bekannt, dass mit Hilfe dieser Untersuchungsmethoden physikalische und chemische Eigenschaften aus einem Material oder Untergrund endlichen ohmschen Widerstandes von einer Umgebung oder von Hohlräumen aus zu erkunden oder zu beeinflussen sind. Elektrische, elektromagnetische, magnetische und NMR-Verfahren verwenden dabei als Antennen sowohl einfache isolierte Stromschleifen oder Spulen, als auch geerdete Dipole. Die magnetisch-induktiven Methoden arbeiten mit entsprechenden Apparaturen über zwei separate oder eine einzige Sender-Empfänger-Schleife mit entsprechenden Umschaltmöglichkeiten für die abwechselnden Betriebsarten. Die Höhe der elektrischen Ströme, die Größe der eingesetzten effektiven Antennenflächen, die Windungszahlen und der zyklische oder pulsartige Betrieb sind dabei verantwortlich für weitreichende magnetische Wechselwirkungen. In impulsiertem Stoffesinneren erreichbaren Abstandes können dadurch sekundäre Ströme und Magnetfelder induziert werden. Bei einem einzigen Antennenkörper wird nach dem Sendevorgang die Antenne geöffnet um an den Enden abfallende Sekundärspannungsverläufe aufzeichnen zu können. Diese transienten Spannungen dienen z.B. nach Gleichstrompulsen als Grundlage für Inversionsrechnungen, um den Untergrundsichtaufbau nach elektrischen Widerständen oder Effekten der Induzierten Polarisation und zugehörigen Mächtigkeiten zu ermitteln. Beim NMR können danach überdies Direkt-nachweise verborgener chemischer Elemente geführt werden. Hierbei werden mittels sog. Lamoureffrequenzen resonante Induktionswechselwirkungen in Stoffesinneren erreichbaren Abstandes derart aufgezwungen, dass entsprechend angeregte Atome eines chemischen Elementes kurzzeitig selbst zu Sendern gleicher Frequenz werden, deren abklingendes Signal wiederum empfangen und ausgewertet werden kann. Zunehmender Bedarf an der Lösung von Tiefenanregungs- und erkundungsaufgaben besteht in den Bereichen der Medizin, der Biologie, der Geologie, der Offshore- und Bauwerkserkundung und der Probenmessung. Untersuchungsziele sind dabei insbesondere Ermittlungen des Innenaufbaus und -zustandes substanzialer Körper, elektrischer Widerstandsverteilungen, superparamagnetischer Effekte, Effekte der Induzierten Polarisation, Gehalte und Vorkommen von Wasser, Geothermal- und Rohstofflagerstätten, unterirdischer Speicherraum, verborgene Metallkörper, umweltschadenbedingte Zustandsänderungen des Bodens, Bauwerksmonitoring u.a.m.

[0002] Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, bei im abwechselnden Sende- und Empfangsbetrieb genutzten, einzigen schleifenförmigen Antennenkörpern den teilweise gegensätzlichen Anforderungen des Sende- und Empfangsbetriebes hinsichtlich des Leitungsquerschnittes, der Leitungslänge oder der Windungszahl gerecht zu werden.

[0003] Dieses Problem wird durch die in Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale, insbesondere durch die Verwendung mehradrigen Antennenkabels und den damit möglichen parallelen oder seriellen Betriebsarten, gelöst.

[0004] Die mit der Erfindung gemäß Patentanspruch 1 erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass ohne wechselweise Beeinflussungen der Sende- und Empfangseigenschaften sowohl größtmögliche Sendereichweiten und Pulsmomentmodulationen als auch gezielte Empfangsverstärkungen sogar bei Verringerung des Umfanges innerhalb eines einzigen Antennenkörpers realisiert werden können. Durch den Einsatz eines mehradrigen Antennenkabels angemessenen Gesamtquerschnittes und entsprechender Schaltvorrichtungen lässt sich je nach Betriebsart ein optimaler Zustand herstellen. Während des Sendens wird z.B. für maximale Reichweiten auf einen parallelen Betrieb unter Nutzung aller Kabeladern geschaltet. Dadurch wird der Strom- oder Leistungsseite gemäß, durch Darbietung größtmöglicher Leitungsquerschnitte und -oberflächen, angepasst. Während des Empfangsbetriebes bewirkt eine serielle Verschaltung einzelner Kabeladern eine Erhöhung der Windungszahl und dadurch eine gezielte Verstärkung der Empfangsleistung.

[0005] Der in Patentanspruch 2 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, bei einer einzigen achterförmigen Antenne, die zu mobilisierende Leitungslänge klein zu halten und gleichzeitig die Anregungs- und Erkundungstiefenwirkungen in Richtung eines elektrisch leitenden Untergrundes zu erhöhen.

[0006] Dieses Problem wird durch die in Patentanspruch 2 aufgeführten Merkmale, insbesondere durch die bereichsweise Substitution von Antennenkabel durch eine Erdungsstrecke, gelöst.

[0007] Die mit der Erfindung gemäß Patentanspruch 2 erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass bei einer achterform-ähnlichen Antenne ohne Verlängerung des verfügbaren Antennenkabels ein größerer Antennenumfang durch eine untergrundgekoppelte Hybridantennenstruktur realisiert werden kann. Mittels beidseitigen Erdungen einer nahezu geschlossenen s-förmigen Kabelstrecke entsteht ein geschlossener achterförmiger Stromweg für

einen Sendebetrieb mit einer räumlichen Ausprägung. Dadurch werden zusätzliche magnetische Anregungen im mittleren Bereich der Antenne direkt im Innern des Untergrundes erzeugt und die Wechselwirkungen in Richtung des angeschlossenen Untergrundes bei Verringerung der Kabellänge erhöht. Während des Empfangsbetriebes können zwischen den Erdungspunkten transiente Spannungen oder an dem zu diesem Zwecke geöffneten Kabel Überlagerungen eines untergrund-elektrischen und eines kabelseitig-induktiven sekundären Spannungsverlaufes gemessen und aufgezeichnet werden.

[0008] Der in Patentanspruch 3 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, bei einem geerdeten Dipol gegebener Abstandslänge die Tiefenreichweite der elektromagnetischen Wechselwirkungen zu erhöhen.

[0009] Dieses Problem wird durch die in Patentanspruch 3 aufgeführten Merkmale, insbesondere durch die kabelgebundene Verlagerung oder an elektrisch leitfähige Untergrundeinbauten gebundene Erstreckung mindestens einer elektrischen Schnittstelle in die Tiefe des beim Senden bestromten Materials, gelöst.

[0010] Die mit der Erfindung gemäß Patentanspruch 3 erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass ohne Vergrößerung des Dipolabstandes größere Tiefenwirkungen bei vergleichbaren Sendeleistungen erzielt werden können. Dazu wird mindestens eine Ausführung einer Erdung entweder kabelgebunden in die Tiefe des Materials oder Untergrundes geführt und dort vor Ort elektrisch kontaktiert oder über die Kontaktierung von in der Tiefe des Substrats oder Untergrundes befindlichen, besonders elektrisch leitfähigen Strukturen eine erweiterte Antennenstruktur hybrider Art für einen Sendebetrieb hergestellt, sodass die Überlagerungen untergrund-elektrischer und kabelseitig-induktiver sekundärer Spannungsverläufe mit der gleichen hybriden Antennenstruktur gemessen und aufgezeichnet werden können.

[0011] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 1 ist in Patentanspruch 4 angegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 4 ermöglicht es, durch eine Zerlegung der geschlossenen mehradrigen Kabelstrecke in unabhängige Teilstrecken, die Setzung zusätzlicher Erdungspunkte an den Teilstreckenenden und entsprechende Schaltungsvorrichtungen eine modulare Hybridantennenstruktur aus selbständigen Teilantennen für zusätzliche kombinierte oder separate Sende- und Empfangsbetriebe zu nutzen und damit differenzierte Wechselwirkungen von einer Hybridantennenstruktur aus erzeugen zu können.

[0012] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der

Erfindung nach Patentanspruch 1 ist in Patentanspruch 5 gegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 5 ermöglicht es, durch eine kabelgebundene Tiefenkontaktierung oder die Ankopplung im Untergrund befindlicher, besonders elektrisch leitfähiger Strukturen, eine erweiterte Antennenstruktur hybrider Art und vergrößerter Wechselwirkungen für den Sendebetrieb zu erzeugen.

[0013] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 2 ist in Patentanspruch 6 gegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 6 ermöglicht es, durch eine Zerlegung der geschlossenen Kabelstrecke in unabhängige Teilstrecken einfachen oder mehradrigen Kabels und die Setzung zusätzlicher Erdungspunkte an den Teilstreckenenden und entsprechende Schaltungsvorrichtungen eine modulare Hybridantennenstruktur aus selbständigen Teilantennen für zusätzliche kombinierte oder separate Sende- und Empfangsbetriebe zu nutzen und damit differenzierte Wechselwirkungen von einer Hybridantennenstruktur aus erzeugen zu können.

[0014] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 2 ist in Patentanspruch 7 angegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 7 ermöglicht es, durch eine kabelgebundene Tiefenkontaktierung oder die Ankopplung im Untergrund befindlicher, besonders elektrisch leitfähiger Strukturen, eine erweiterte Antennenstruktur hybrider Art und vergrößerter Wechselwirkungen für den Sendebetrieb zu erzeugen.

[0015] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 6 ist in Patentanspruch 8 angegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 8 ermöglicht es, durch eine kabelgebundene Tiefenkontaktierung oder die Ankopplung im Untergrund befindlicher, besonders elektrisch leitfähiger Strukturen, eine erweiterte Antennenstruktur hybrider Art und vergrößerter Wechselwirkungen für den Sendebetrieb zu erzeugen.

[0016] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 1 ist in Patentanspruch 9 gegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 9 ermöglicht es, durch die Ausrichtung der schleifenförmigen Hybridantennenstruktur am Erdmagnetfeld beim NMR optimale Pulsmomente zur Auslenkung der frequenzabhängig angeregten Kernspins zu erzielen.

[0017] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 2 ist in Patentanspruch 10 gegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 10 ermöglicht es, durch die Ausrichtung der achterförmigen Hybridantennenstruktur am Erdmagnetfeld beim NMR optimale Pulsmomente zur Auslenkung der frequenzabhängig angeregten Kern-

spins zu erzielen.

[0018] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 3 ist in Patentanspruch 11 gegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 11 ermöglicht es, durch die Ausrichtung der Dipolachse der Hybridantennenstruktur am Erdmagnetfeld beim NMR optimale Puls Momente zur Auslenkung der frequenzabhängig angeregten Kernspins zu erzielen.

[0019] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 4 ist in Patentanspruch 12 gegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 12 ermöglicht es, durch die Ausrichtung der Haupthybridantennenstruktur oder von Teilstrukturen am Erdmagnetfeld beim NMR optimale Puls Momente zur Auslenkung der frequenzabhängig angeregten Kernspins zu erzielen.

[0020] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 5 ist in Patentanspruch 13 gegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 13 ermöglicht es, durch die Ausrichtung der Haupthybridantennenstruktur oder von Teilstrukturen am Erdmagnetfeld beim NMR optimale Puls Momente zur Auslenkung der frequenzabhängig angeregten Kernspins zu erzielen.

[0021] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 6 ist in Patentanspruch 14 gegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 14 ermöglicht es, durch die Ausrichtung der Haupthybridantennenstruktur oder von Teilstrukturen am Erdmagnetfeld beim NMR optimale Puls Momente zur Auslenkung der frequenzabhängig angeregten Kernspins zu erzielen.

[0022] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 7 ist in Patentanspruch 15 gegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 15 ermöglicht es, durch die Ausrichtung der Haupthybridantennenstruktur oder von Teilstrukturen am Erdmagnetfeld beim NMR optimale Puls Momente zur Auslenkung der frequenzabhängig angeregten Kernspins zu erzielen.

[0023] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Patentanspruch 8 ist in Patentanspruch 16 gegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 16 ermöglicht es, durch die Ausrichtung der Haupthybridantennenstruktur oder von Teilstrukturen am Erdmagnetfeld beim NMR optimale Puls Momente zur Auslenkung der frequenzabhängig angeregten Kernspins zu erzielen.

Ausführungsbeispiel

[0024] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung nach Patentanspruch 1 ist in der Zeichnung dargestellt und

wird im folgenden näher beschrieben.

[0025] Es zeigen

[0026] [Fig. 1](#) in schematischer Darstellung eine vierfache Kabelschleife im parallelen Sendebetrieb,

[0027] [Fig. 2](#) die gleiche vierfache Kabelschleife im seriellen Empfangsbetrieb.

[0028] Zur Durchführung einer Anregung und Erkundung eines geologischen Untergrundes wird ein einziger vieradriger Schleifenantennenkörper mit 100 m Durchmesser auf dem Erdboden ausgelegt. Jeweils vier parallel ankommende Adern werden über Schalter elektrisch zusammengefasst, sodass zwei resultierende Leitungen mit dem Ausgang einer gleichstromversorgten Zeitbereichselektromagnetik-Apparatur verbunden werden können. Um ein magnetisches Pulsmoment auszusenden wird zuerst über alle vier Adern eine Gleichspannung angelegt und es fließt ein konstanter Gleichstrom in Abhängigkeit vom Antennenwiderstand. Durch ein schlagartiges seriell Verschalten der vier Aderendpaare zu einer Spule mit vier Windungen und ein ebensolches Verbinden der zwei resultierenden Aderenden mit einer geeigneten Empfangseinheit wird einerseits ein magnetischer Puls ausgesendet und es fallen andererseits transiente Spannungen mit vierfacher Antennenverstärkung am Empfänger an. Der abfallende Verlauf dieser sekundären Spannungen wird ca. 30 Millisekunden lang registriert. Die einzelnen Spannungswerte zwischen einem Volt und einem Mikrovolt werden auf den Sendestrom normiert und können mit Hilfe einer 1 D Modellierungssoftware zu einem sog. Schichtfall nach Widerständen und Mächtigkeiten invertiert werden, der den Untergrund in seinem Aufbau der Möglichkeit nach widerspiegelt.

Patentansprüche

1. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern mit einem einzigen schleifenförmigen Antennenkörper konfigurierbarer Eigenschaften zur Anpassung an einen modulierten Sende- und Empfangsbetrieb, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch einen oder mehrere Gleich- oder Wechselstromtransmitter als Sender, mindestens eine Empfangseinheit, einen einzigen, mehrere isolierte Adern umfassenden Antennenkörper und zugehörige Adererschaltvorrichtungen einerseits während des Sendens sowohl ein höchstmöglicher Strom parallel über die Gesamtheit der einzelnen Leitungsquerschnitte und die entsprechend hohen Leiteroberflächen bei geringst möglichen elektrischen Transmitterspannungen und damit minimierten potentiellen Gefährdungen von Menschen und Umwelt aufgenommen als auch durch seriell Verschalten einzelner Antennenadern zu einer Spule Teilströme eingetragen wer-

den können und bei schlagartiger Stromabschaltung größtmögliche oder verringerte magnetische Momente und weitreichende induktive Wechselwirkungen im Umfeld freigesetzt werden, und dass andererseits bei einem mit der Stromabschaltung zeitgleichen oder nahezu zeitgleichen seriellen Verschalten einzelner Antennenadern zu einer Spule eine gezielte Verstärkung der Empfangsleistung erreicht werden kann, die über die Anzahl der verwendeten isolierten Leitungen ohne Beeinflussung der Sendeleistung erfolgt;

2. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern mittels einer geerdeten achterförmigen Hybridantennenstruktur, dadurch gekennzeichnet, dass durch einen oder mehrere Gleich- oder Wechselstromtransmitter als Sender und mindestens eine Empfangseinheit und Schaltvorrichtungen für einen Sende- und/oder Empfangsbetrieb eine untergrundgekoppelte achterförmige Hybridantennenstruktur gebildet wird, die eine am Untergrund entlangführende oder in Hohlräumen des Untergrundes verlegte, nahezu geschlossene s-förmige isolierte Kabelstrecke mit Erdungen an beiden Enden und eine elektrische Untergrundverbindung offenen Querschnittes einschließt und damit im Sendebetrieb im mittleren Antennenbereich von der Aufsicht her betrachtet spitzwinklig kreuzende gleichsinnige Stromlinien im dortigen Antennenkabelverlauf und Untergrundbereich erzeugt die bei pulsartigen oder wechselstrombedingten Strommodulationen bezüglich der magnetischen Anregungen kumulieren und dadurch sowohl von außerhalb induktiv als auch von innerhalb induktiv-elektrisch wirken, und dass während des Empfangens nach Sendeunterbrechung sowohl sekundäre Spannungsverläufe über die Kabelstrecke als auch elektrische Potentiale zwischen den Erdungspunkten und deren Überlagerungen mit der gleichen hybriden Antennenstruktur gemessen und aufgezeichnet werden können;

3. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern unter Verwendung untergrundgekoppelter elektrisch leitfähiger Untergrundkörper oder kabelgebundener Tiefenkontaktierungen zu einer geerdeten hybriden Dipolantennenstruktur, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Ausföhrung einer Erdung entweder kabelgebunden in die Tiefe des festen, flüssigen oder gasförmigen Materials oder Untergrundes führt und dort vor Ort elektrisch kontaktiert wird oder über in der Tiefe des Substrats oder Untergrundes befindliche, mit diesem elektrisch leitend verbundene und besonders elektrisch leitfähige Maschinen und/oder entsprechende technische Einbauten und Rohrleitungen und/oder entsprechende Lagerstätten oder Vorkommen leitfähigen Materials in der Form flächiger, linienhaft-flächiger oder räumlicher, induktiv-elektrischer Anten-

nenelemente an den Untergrund gekoppelt wird und eine erweiterte Antennenstruktur hybrider Art mit partieller kabelloser Stromföhrung durch den Untergrund für einen Sendebetrieb entsteht, und die Überlagerungen untergrund-elektrischer und kabelseitig-induktiver sekundärer Spannungsverläufe mit der gleichen hybriden Antennenstruktur durch Umschalten gemessen und aufgezeichnet werden können;

4. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach den Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Zerlegung der geschlossenen mehradrigen Kabelstrecke in unabhängige Teilstrecken, die Setzung zusätzlicher Erdungspunkte an den Teilstreckenenden und entsprechende Schaltungsvorrichtungen eine multiple Hybridantennenstruktur unabhängiger Kabel- und Erdungsstrecken für unterschiedliche, einfache und kombinierte Anregungen und Messungen entsteht, und dadurch differenzierte Anregungen und Erkundungsaufösungen von einem einzigen modularen hybriden Antennenstrukturaufbau her ermöglicht werden;

5. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach den Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Ausföhrung einer Erdung entweder kabelgebunden in die Tiefe des festen, flüssigen oder gasförmigen Materials oder Untergrundes führt und dort vor Ort elektrisch kontaktiert oder über in der Tiefe des Substrats oder Untergrundes befindliche, mit diesem elektrisch leitend verbundene und besonders elektrisch leitfähige Maschinen und/oder entsprechende technische Einbauten und Rohrleitungen und/oder entsprechende Lagerstätten oder Vorkommen leitfähigen Materials in der Form flächiger, linienhaft-flächiger oder räumlicher, induktiv-elektrischer Antennenelemente an den Untergrund gekoppelt wird und eine erweiterte Antennenstruktur hybrider Art mit partieller kabelloser Stromföhrung durch den Untergrund für einen Sendebetrieb entsteht, und die Überlagerungen untergrund-elektrischer und kabelseitig-induktiver sekundärer Spannungsverläufe mit der gleichen hybriden Antennenstruktur durch Umschalten gemessen und aufgezeichnet werden können;

6. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach den Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Zerlegung der geschlossenen Kabelstrecke in unabhängige Teilstrecken einfachen oder mehradrigen Kabels und die mögliche Setzung von zusätzlichen Erdungspunkten an den Teilstreckenenden und entsprechende Schaltungsvorrichtungen eine multiple Hybridantennenstruktur unabhängiger Kabel- und Erdungsstrecken für unterschiedliche, einfache und kombinierte Anre-

gungen und Messungen entsteht, und dadurch differenzierte Anregungen und Erkundungsaufösungen von einem einzigen modularen hybriden Antennenstrukturaufbau her ermöglicht werden;

7. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach den Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Ausführung einer Erdung entweder kabelgebunden in die Tiefe des festen, flüssigen oder gasförmigen Materials oder Untergrundes führt und dort vor Ort elektrisch kontaktiert oder über in der Tiefe des Substrats oder Untergrundes befindliche, mit diesem elektrisch leitend verbundene und besonders elektrisch leitfähige Maschinen und/oder entsprechende technische Einbauten und Rohrleitungen und/oder entsprechende Lagerstätten oder Vorkommen leitfähigen Materials in der Form flächiger, linienhaft-flächiger oder räumlicher, induktiv-elektrischer Antennenelemente an den Untergrund gekoppelt wird und eine erweiterte Antennenstruktur hybrider Art mit partieller kabelloser Stromführung durch den Untergrund für einen Sendebetrieb entsteht, und die Überlagerungen untergrund-elektrischer und kabelseitig-induktiver sekundärer Spannungsverläufe mit der gleichen hybriden Antennenstruktur durch Umschalten gemessen und aufgezeichnet werden können;

8. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach den Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Ausführung einer Erdung entweder kabelgebunden in die Tiefe des festen, flüssigen oder gasförmigen Materials oder Untergrundes führt und dort vor Ort elektrisch kontaktiert oder über in der Tiefe des Substrats oder Untergrundes befindliche, mit diesem elektrisch leitend verbundene und besonders elektrisch leitfähige Maschinen und/oder entsprechende technische Einbauten und Rohrleitungen und/oder entsprechende Lagerstätten oder Vorkommen leitfähigen Materials in der Form flächiger, linienhaft-flächiger oder räumlicher, induktiv-elektrischer Antennenelemente an den Untergrund gekoppelt wird und eine erweiterte Antennenstruktur hybrider Art mit partieller kabelloser Stromführung durch den Untergrund für einen Sendebetrieb entsteht, und die Überlagerungen untergrund-elektrischer und kabelseitig-induktiver sekundärer Spannungsverläufe mit der gleichen hybriden Antennenstruktur durch Umschalten gemessen und aufgezeichnet werden können;

9. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für das NMR der schleifenförmige Antennenkörper am Erdmagnetfeld ausgerichtet wird;

10. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass für das NMR die achterförmige Hybridantennenstruktur am Erdmagnetfeld ausgerichtet wird;

11. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass für das NMR die Dipolachse der Hybridantennenstruktur am Erdmagnetfeld ausgerichtet wird;

12. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass für das NMR die Haupthybridantennenstruktur oder Teilstrukturen am Erdmagnetfeld ausgerichtet werden;

13. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass für das NMR die Haupthybridantennenstruktur oder Teilstrukturen am Erdmagnetfeld ausgerichtet werden;

14. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass für das NMR die Haupthybridantennenstruktur oder Teilstrukturen am Erdmagnetfeld ausgerichtet werden;

15. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass für das NMR die Haupthybridantennenstruktur oder Teilstrukturen am Erdmagnetfeld ausgerichtet werden;

16. Elektromagnetisches Sende- und Empfangsverfahren zur Tiefenanregung und -erkundung von stofflichen Körpern nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass für das NMR die Haupthybridantennenstruktur oder Teilstrukturen am Erdmagnetfeld ausgerichtet werden.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

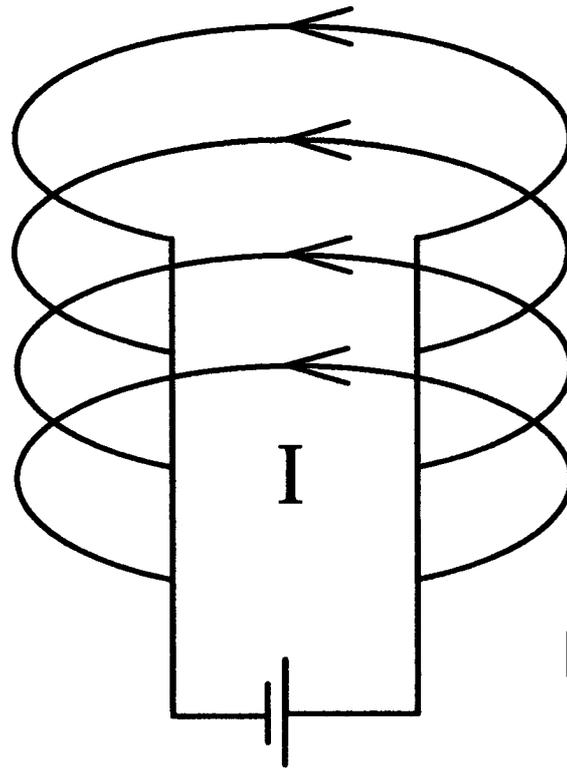


Fig. 1

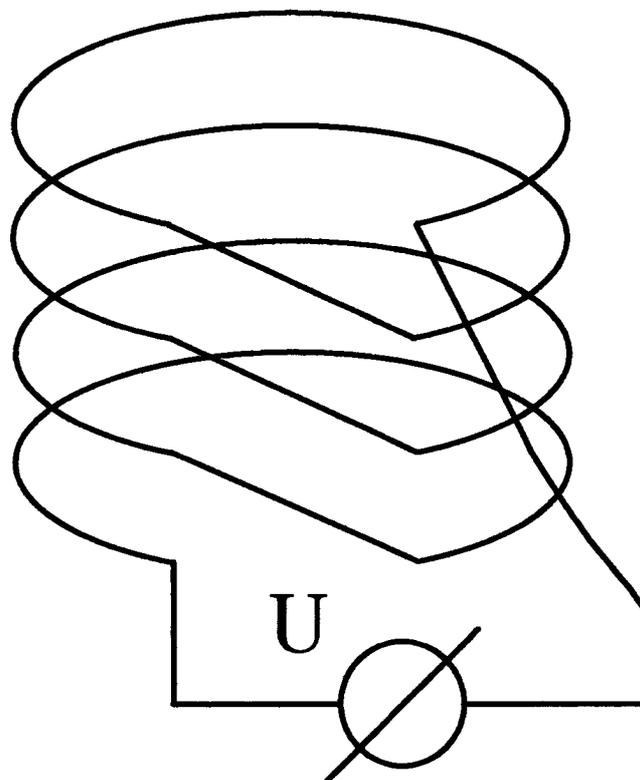


Fig. 2