



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 010 827 B4** 2006.01.05

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 010 827.7**

(22) Anmeldetag: **27.02.2004**

(43) Offenlegungstag: **15.09.2005**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **05.01.2006**

(51) Int Cl.⁸: **A47L 9/28** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Alfred Kärcher GmbH & Co. KG, 71364
Winnenden, DE**

(74) Vertreter:

**HOEGER, STELLRECHT & PARTNER
Patentanwälte, 70182 Stuttgart**

(72) Erfinder:

**Dünne, Markus, 70599 Stuttgart, DE; Mayer,
Harald, 78585 Bubsheim, DE; Benzler, Gottfried,
71737 Kirchberg, DE; Keppler, Joachim, 71364
Winnenden, DE; Schmidgall, Martin, 71546
Aspach, DE**

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

DE 102 61 788 B3

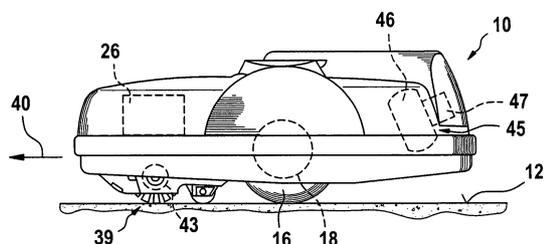
DE 102 61 787 B3

US 56 13 261 A

JP 05-0 23 272 A

(54) Bezeichnung: **Bodenbearbeitungsgerät und Verfahren zu dessen Steuerung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines mobilen Bodenbearbeitungsgeräts, das eine Antriebseinheit, mindestens eine Bodenbearbeitungseinheit sowie eine Steuereinheit aufweist, wobei mittels der Steuereinheit die Fortbewegung des Bodenbearbeitungsgeräts und/oder die Betriebsweise zumindest einer Bodenbearbeitungseinheit steuerbar ist. Um das Verfahren derart weiterzubilden, daß die Beschaffenheit der zu bearbeitenden Bodenfläche auf konstruktiv einfache Weise klassifizierbar ist, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß man das Bewegungsverhalten des Bodenbearbeitungsgeräts und den Motorstrom zumindest eines Antriebsmotors der Antriebseinheit und/oder einer Bodenbearbeitungseinheit erfaßt und mittels eines Bodenklassifizierungsglieds die Beschaffenheit der zu bearbeitenden Bodenfläche klassifiziert in Abhängigkeit vom erfaßten Bewegungsverhalten und dem erfaßten Motorstrom. Außerdem wird ein Bodenbearbeitungsgerät zur Durchführung des Verfahrens vorgeschlagen.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines selbstfahrenden und selbstlenkenden Bodenbearbeitungsgeräts.

[0002] Die Erfindung betrifft außerdem ein selbstfahrendes und selbststeuerndes Bodenbearbeitungsgerät zur Durchführung des Verfahrens.

[0003] Selbstfahrende und selbststeuernde Bodenbearbeitungsgeräte ermöglichen die Bearbeitung, insbesondere die Reinigung, einer Bodenfläche ohne den Einsatz einer Bedienungsperson. Mittels einer Steuereinheit wird das Bodenbearbeitungsgerät selbsttätig entlang der zu bearbeitenden Bodenfläche verfahren und letztere bearbeitet. Hierzu kann der Steuereinheit ein Fortbewegungsmuster, das heißt ein Fahrtrichtungsverlauf, vorgegeben werden, so daß das Bodenbearbeitungsgerät selbsttätig diesem Fortbewegungsmuster folgt, um die zu bearbeitende Bodenfläche möglichst flächendeckend zu befahren. Außerdem kann der Steuereinheit eine Betriebsweise der Bodenbearbeitungseinheit vorgegeben werden, so daß die zu bearbeitende Bodenfläche entsprechend der vorgegebenen Betriebsweise bearbeitet wird.

[0004] In vielen Fällen ist die zur Bearbeitung der Bodenfläche geeignete Betriebsweise von der Beschaffenheit der Bodenfläche abhängig. Beispielsweise ist es für die Reinigung einer Bodenfläche von Bedeutung, ob es sich um eine Hartfläche oder um einen Teppichboden handelt, denn diese Bodenflächen erfordern in aller Regel jeweils eine unterschiedliche Reinigungsart. Um die Beschaffenheit der Bodenfläche selbsttätig erkennen zu können, ist es aus der DE 102 61 788 B3 bekannt, die Beschaffenheit der Bodenfläche mittels eines optischen Sensors zu erfassen, und in der DE 102 61 787 B3 wird hierzu der Einsatz eines Schmutzsensors vorgeschlagen, mit dessen Hilfe der Bearbeitungszustand der Bodenfläche erfaßbar und die Betriebsweise der Bodenbearbeitungsgerät entsprechend steuerbar ist. Mittels derartiger Sensoren kann eine Klassifizierung der Bodenfläche vorgenommen werden, es kann zum Beispiel bestimmt werden, ob es sich um eine Hartfläche oder um einen weichen oder harten, d.h. kurzflorigen oder langflorigen Teppichboden handelt. Der Einsatz derartiger Sensoren ist allerdings mit beachtlichen Kosten verbunden.

Aufgabenstellung

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Steuerung eines mobilen Bodenbearbeitungsgeräts der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß die Beschaffenheit der zu bear-

beitenden Bodenfläche auf konstruktiv einfache Weise klassifizierbar ist.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 gelöst.

[0007] In die Erfindung fließt der Gedanke mit ein, daß die Beschaffenheit der zu bearbeitenden Bodenfläche auf einfache Weise klassifiziert werden kann, indem der Geschwindigkeit und/oder der Beschleunigung des Bodenbearbeitungsgeräts und dem Motorstrom eines Antriebsmotors entsprechende Signale miteinander verknüpft werden. Zur Klassifizierung der Bodenflächenbeschaffenheit wird erfindungsgemäß die Abhängigkeit des Motorstroms eines Antriebsmotors von der Geschwindigkeit und/oder der Beschleunigung des Bodenbearbeitungsgeräts ausgewertet, denn es hat sich gezeigt, daß diese Abhängigkeit Rückschlüsse auf die Beschaffenheit der Bodenfläche ermöglicht. Der Motorstrom zeigt eine von der Bodenflächenbeschaffenheit abhängige Charakteristik dergestalt, daß zur Erzielung einer bestimmten Geschwindigkeit, einer bestimmten Beschleunigung und/oder zur Erzielung eines bestimmten Anfahr- und/oder Bremsverhaltens ein von der Bodenflächenbeschaffenheit abhängiger Motorstrom erforderlich ist. Die Erfassung des Motorstroms und der Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung des Bodenbearbeitungsgeräts ermöglicht es daher, die Beschaffenheit der befahrenen Bodenfläche zu klassifizieren.

[0008] Es kann beispielsweise vorgesehen sein, daß man den Motorstrom eines Antriebsmotors der Antriebseinheit und außerdem die Geschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgeräts erfaßt. Der Motorstrom ist von der Beschaffenheit der Bodenfläche abhängig, da zur Fortbewegung des Bodenbearbeitungsgeräts dessen Antriebsrädern ein gewisses Drehmoment bereitgestellt werden muß, das wiederum von der vorherrschenden Reibung zwischen den Antriebsrädern und der Bodenfläche abhängig ist. Je nach Art der Bodenfläche, beispielsweise in Abhängigkeit davon, ob es sich um eine Hartfläche oder um einen Teppichboden handelt, erfordert die Fortbewegung des Bodenbearbeitungsgeräts ein unterschiedliches Drehmoment und damit auch einen unterschiedlichen Motorstrom, um eine gewisse Geschwindigkeit zu erzielen. Die Verknüpfung der aktuellen Geschwindigkeit und des aktuellen Motorstroms des Antriebsmotors der Antriebseinheit ermöglicht es daher, eine Klassifizierung der Beschaffenheit der Bodenfläche vorzunehmen, beispielsweise kann auf diese Weise ohne Einsatz zusätzlicher Sensoren bestimmt werden, ob es sich um eine Hartfläche, einen weichen Teppichboden oder um einen harten Teppichboden handelt.

[0009] Alternativ oder ergänzend kann vorgesehen

sein, daß der Motorstrom zumindest eines Antriebsmotors einer Bodenbearbeitungseinheit zur Klassifizierung der Beschaffenheit der Bodenfläche herangezogen wird. Kommt als Bodenbearbeitungseinheit beispielsweise eine Bürstenwalze zum Einsatz, die mittels eines Antriebsmotors in Drehung versetzt werden kann, so ist der Motorstrom des Antriebsmotors davon abhängig, ob es sich um eine Hartfläche oder um einen weichen oder harten Teppichboden handelt. Der Motorstrom eines Antriebsmotors einer Bodenbearbeitungseinheit allein gibt allerdings nur ein sehr unzuverlässiges Maß der Beschaffenheit der Bodenfläche, denn der Motorstrom ist auch von der Geschwindigkeit und/oder der Beschleunigung des Bodenbearbeitungsgeräts abhängig, insbesondere davon, mit welcher Geschwindigkeit das Bodenbearbeitungsgerät entlang der Bodenfläche verfahren wird. Eine Kombination beispielsweise der aktuellen Geschwindigkeit und des aktuellen Motorstroms einer Bodenbearbeitungseinheit ermöglicht es daher, die Beschaffenheit der zu bearbeitenden Bodenfläche zuverlässig zu klassifizieren.

[0010] Von besonderem Vorteil ist es, wenn sowohl ein Motorstrom der Antriebseinheit als auch ein Motorstrom einer Bodenbearbeitungseinheit in Kombination mit der aktuellen Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung des Bodenbearbeitungsgeräts zur Klassifizierung der Beschaffenheit der zu bearbeitenden Bodenfläche herangezogen werden.

[0011] Ergänzend kann vorgesehen sein, daß man zusätzliche Motorströme mißt, beispielsweise den Motorstrom eines Saugaggregates, das zur Bearbeitung der Bodenfläche herangezogen wird.

[0012] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß man in einem Speicherglied Kombinationen von Motorstromwerten und Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerten unter Zuordnung einer bestimmten Bodenflächenbeschaffenheit abspeichert und eine aktuell gemessene Kombination von Motorstrom- und Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerten mit den gespeicherten Kombinationen von Motorstrom- und Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerten vergleicht. Dies ermöglicht es beispielsweise, anlässlich einer Lernfahrt das Bodenbearbeitungsgerät über unterschiedlich beschaffene Bodenflächen zu verfahren und unter Zuordnung der jeweils herrschenden Bodenflächenbeschaffenheit die Kombination von Motorstrom- und Geschwindigkeitswerten im Speicherglied abzuspeichern. Bei einer nachfolgenden Bearbeitungsfahrt können erneut der Motorstrom und die Geschwindigkeit gemessen werden. Diese Werte können mit den im Speicherglied hinterlegten Motorstrom- und Geschwindigkeitswerten verglichen werden. Die weitere Steuerung des Bodenbearbeitungsgeräts kann dann unter Berücksichtigung der Bodenflächenbeschaf-

fenheit erfolgen, die der hinterlegten Kombination von Motorstrom- und Geschwindigkeitswert entspricht, welche die geringste Abweichung zur aktuell gemessenen Kombination von Motorstrom- und Geschwindigkeitswert aufweist. Alternativ kann vorgesehen sein, daß man der Steuereinheit einen Algorithmus vorgibt, zur Klassifizierung der aktuell vorliegenden Bodenflächenbeschaffenheit aufgrund der gemessenen Motorstrom- und Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerte, die miteinander verknüpft werden.

[0013] Die klassifizierte Bodenflächenbeschaffenheit kann beispielsweise zur Steuerung der Betriebsweise zumindest einer Bodenbearbeitungseinheit herangezogen werden. So kann beispielsweise vorgesehen sein, daß man den Antriebsmotor einer Bürstenwalze der Bodenbearbeitungseinheit entsprechend der klassifizierten Beschaffenheit der Bodenfläche steuert.

[0014] Alternativ oder ergänzend kann vorgesehen sein, daß man die Betriebsweise eines Saugaggregates der Bodenbearbeitungseinheit entsprechend der klassifizierten Beschaffenheit der Bodenfläche steuert. Beispielsweise kann das Saugaggregat mit höherer Drehzahl betrieben werden, wenn das Bodenbearbeitungsgerät über einen Teppichboden fährt, während bei der Fahrt entlang einer Hartfläche eine geringere Drehzahl für das Saugaggregat zum Einsatz kommen kann.

[0015] Von Vorteil ist es, wenn man den mindestens einen Antriebsmotor der Antriebseinheit entsprechend der klassifizierten Beschaffenheit der Bodenfläche steuert. Dies ermöglicht es, die Geschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgeräts in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der jeweiligen Bodenfläche zu variieren.

[0016] Entlang einer Hartfläche kann das Bodenbearbeitungsgerät beispielsweise mit höherer Geschwindigkeit verfahren werden als entlang eines Teppichbodens, wobei ein weicher Teppichboden wiederum mit geringerer Geschwindigkeit überfahren werden kann als ein harter Teppichboden.

[0017] Die Bearbeitung der Bodenfläche, insbesondere deren Reinigung, kann somit auf konstruktiv einfache Weise an die Beschaffenheit der Bodenfläche angepaßt werden, und es kann eine energieeffiziente Bearbeitung der Bodenfläche durchgeführt werden.

[0018] Wie eingangs erläutert, wird das Bodenbearbeitungsgerät mittels der Steuereinheit selbsttätig entlang der zu bearbeitenden Bodenfläche verfahren, wobei in vielen Fällen der Steuereinheit ein Fortbewegungsmuster vorgegeben werden kann, so daß das Überfahren bereits bearbeiteter Bodenflächenbereiche nach Möglichkeit vermieden wird. Hierzu ist

es allerdings erforderlich, daß der aktuelle Standort des Bodenbearbeitungsgeräts bestimmt werden kann. In der US 5,613,261 A wird in diesem Zusammenhang vorgeschlagen, die Rotation der Antriebsräder des Bodenbearbeitungsgeräts zu erfassen und daraus die aktuelle Position zu berechnen. In der DE 102 61 788 B3 wird hierzu der Einsatz eines optischen Sensors beschrieben, der mit der Bodenfläche zusammenwirkt und aus zeitlich aufeinanderfolgenden Abbildungen der Bodenfläche die Fahrtrichtung und die zurückgelegte Fahrstrecke bestimmt. Der Einsatz derartiger optischer Sensoren erfordert allerdings eine nicht unbeachtliche Rechen- und Speicherkapazität der Steuereinheit und die Erfassung der Rotation der Antriebsräder ermöglicht lediglich eine ungenaue Positionsbestimmung, da die Antriebsräder einen Schlupf aufweisen können, so daß zwar eine Rotation der Räder auftritt, nicht jedoch eine der Rotation entsprechende Positionsänderung des Bodenbearbeitungsgeräts. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird deshalb vorgeschlagen, daß man mittels eines Navigationsgliedes den Standort des Bodenbearbeitungsgeräts aufgrund der Länge und des Verlaufs der zurückgelegten Wegstrecke rechnerisch bestimmt, wobei man bei der rechnerischen Bestimmung des Standorts die klassifizierte Beschaffenheit der Bodenfläche berücksichtigt. Es hat sich gezeigt, daß die Berücksichtigung der Bodenflächenbeschaffenheit eine verbesserte rechnerische Bestimmung des Standorts des Bodenbearbeitungsgeräts ermöglicht. Die rechnerische Bestimmung des Standorts wird als Koppelnavigation bezeichnet, wobei man an den letzten bekannten Standort die aktuell zurückgelegte Wegstrecke an-koppelt zur Bestimmung des aktuellen Standorts. Theoretisch ermöglicht die Koppelnavigation zwar eine exakte Positionsbestimmung, in der Praxis hat sich allerdings gezeigt, daß die Koppelnavigation fehlerbehaftet ist, denn sie ist u.a. von der Beschaffenheit der Bodenfläche abhängig, über die das Bodenbearbeitungsgerät verfahren wird. Um die Abhängigkeit der Koppelnavigation von der Beschaffenheit der Bodenfläche zu berücksichtigen, fließt die Bodenflächenbeschaffenheit bei der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung in die rechnerische Bestimmung des Standorts mit ein.

[0019] Es kann beispielsweise vorgesehen sein, daß man zumindest zwei Antriebsrädern der Antriebseinheit jeweils einen Encoder zuordnet zur Erfassung der Umdrehungen der Antriebsräder, wobei man aus der Anzahl der Umdrehungen den Standort des Bodenbearbeitungsgeräts rechnerisch ermittelt unter Berücksichtigung der klassifizierten Beschaffenheit der Bodenfläche. Dies ermöglicht es, auf konstruktiv einfache Weise den Schlupf der Antriebsräder bei der rechnerischen Bestimmung des Standorts des Bodenbearbeitungsgeräts zu berücksichtigen, denn der Schlupf ist von der Beschaffenheit der Bo-

denfläche abhängig. Liegt eine Teppichfläche vor, so zeigen die Antriebsräder ein anderes Schlupfverhalten als bei einer Hartfläche. Die Qualität der Standortbestimmung kann somit auf konstruktiv einfache Weise erheblich verbessert werden.

[0020] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß man jeweils einer bestimmten Beschaffenheit einer Bodenfläche entsprechende Korrekturwerte in einem Speicherglied abspeichert und daß man zur Standortbestimmung des Bodenbearbeitungsgeräts den einer aktuell klassifizierten Beschaffenheit der Bodenfläche entsprechenden Korrekturwert aus dem Speicherglied abrufen und zur Bestimmung des Standorts des Bodenbearbeitungsgeräts heranzieht. Beispielsweise kann während einer Lernfahrt die theoretische Position des Bodenbearbeitungsgeräts aufgrund der Länge und des Verlaufes der zurückgelegten Wegstrecke rechnerisch bestimmt und mit der tatsächlichen Lage des Bodenbearbeitungsgeräts verglichen werden. Aus der Abweichung kann ein Korrekturwert ermittelt werden, der dann unter Zuordnung der jeweils vorliegenden Bodenflächenbeschaffenheit im Speicherglied hinterlegt wird. Während einer Bearbeitungsfahrt kann dann die Beschaffenheit der Bodenfläche klassifiziert werden und der der aktuellen Bodenflächenbeschaffenheit entsprechende Korrekturwert kann aus dem Speicherglied abgerufen und zur rechnerischen Ermittlung des Standorts des Bodenbearbeitungsgeräts herangezogen werden.

[0021] Alternativ kann vorgesehen sein, daß man der Steuereinheit einen Algorithmus vorgibt, um aus der jeweils vorliegenden Bodenflächenbeschaffenheit einen Korrekturwert für die rechnerische Bestimmung des Standorts des Bodenbearbeitungsgeräts zu berechnen.

[0022] Aus dem Voranstehenden wird deutlich, daß sich das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere zur Steuerung eines mobilen Bodenreinigungsgeräts eignet.

[0023] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es auch, ein selbstfahrendes und selbststeuerndes Bodenbearbeitungsgerät der eingangs genannten Art zur Durchführung des Verfahrens bereitzustellen.

[0024] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Bodenbearbeitungsgerät mit den Merkmalen von Patentanspruch 8 gelöst.

[0025] Eine derartige Ausgestaltung ermöglicht es auf konstruktiv einfache Art, mittels der aktuell vorliegenden Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung des Bodenbearbeitungsgeräts und dem aktuellen Motorstrom eines Antriebsmotors die Beschaffenheit der Bodenfläche zu klassifizieren. Die Information

über die Beschaffenheit der Bodenfläche kann dann zur Steuerung des Bodenbearbeitungsgeräts herangezogen werden, beispielsweise zur Navigation des Bodenbearbeitungsgeräts und/oder zur Steuerung der Betriebsweise zumindest einer Bodenbearbeitungseinheit.

[0026] Die Geschwindigkeit und/oder die Beschleunigung wird vom Bewegungssensor erfaßt. Es kann beispielsweise zur Erfassung eines bestimmten Anfahr- und/oder Bremsverhaltens die beim Anfahren bzw. beim Bremsen bis zum Erreichen einer bestimmten Sollgeschwindigkeit oder Solldrehzahl der Antriebsräder bzw. bis zum Stillstand zurückgelegte Fahrstrecke ermittelt werden. Es kann alternativ oder ergänzend auch ein Beschleunigungs- und/oder Geschwindigkeitssensor zum Einsatz kommen zum Erfassen einer aktuellen Beschleunigung bzw. Geschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgeräts. Die Geschwindigkeit kann beispielsweise mittels eines Encoders erfaßt werden, der mit einem Antriebsrad zusammenwirkt und dessen Umdrehungen registriert. Die Geschwindigkeit kann auch durch optische Korrelation bestimmt werden, indem die pro Zeiteinheit zurückgelegte Wegstrecke optisch erfaßt wird. Es kann auch vorgesehen sein, die Geschwindigkeit mittels eines Beschleunigungssensors zu bestimmen, dessen Ausgangssignal über die Zeit integriert wird.

[0027] Günstig ist es, wenn das Bodenbearbeitungsgerät ein Speicherglied aufweist zum Abspeichern von Kombinationen von Motorstrom- und Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerten unter Zuordnung einer bestimmten Bodenflächenbeschaffenheit. Wie bereits erläutert, können derartige Wertekombinationen beispielsweise anlässlich einer Lernfahrt des Bodenbearbeitungsgeräts im Speicherglied hinterlegt werden. Aktuell vorliegende Kombinationen von Motorstrom- und Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerten können dann mit den hinterlegten Kombinationen verglichen werden zur Klassifizierung der Bodenflächenbeschaffenheit.

[0028] Vorzugsweise ist die Betriebsweise zumindest einer Bodenbearbeitungseinheit in Abhängigkeit von der klassifizierten Beschaffenheit der zu bearbeitenden Bodenfläche steuerbar. So kann beispielsweise vorgesehen sein, daß eine Bodenbearbeitungseinheit eine Bürstenwalze mit einem Antriebsmotor aufweist, wobei dieser Antriebsmotor entsprechend der klassifizierten Beschaffenheit der Bodenfläche steuerbar ist, also beispielsweise in Abhängigkeit davon, ob es sich bei der Bodenfläche um eine Hartfläche, z.B. einen Parkettboden, oder um einen weichen oder harten Teppichboden handelt.

[0029] Alternativ und/oder ergänzend kann vorgesehen sein, daß eine Bodenbearbeitungseinheit ein Saugaggregat umfaßt, das entsprechend der klassi-

fizierten Beschaffenheit der Bodenfläche steuerbar ist.

[0030] Die Klassifizierung der Bodenflächenbeschaffenheit kann somit zur Optimierung der Bearbeitungsparameter der Bodenfläche, insbesondere zur Optimierung der Reinigungsparameter herangezogen werden. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, daß das Saugaggregat nur dann in Betrieb gesetzt wird, wenn eine Teppichfläche vorliegt, während bei der Fahrt entlang einer Hartfläche das Saugaggregat außer Betrieb gesetzt wird oder mit geringerer Drehzahl betrieben wird.

[0031] Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Antriebseinheit zumindest einen Antriebsmotor umfaßt, der entsprechend der klassifizierten Beschaffenheit der Bodenfläche steuerbar ist. Damit kann die Geschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgeräts in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Bodenfläche gesteuert werden. Beispielsweise kann bei der Fahrt entlang einer Hartfläche eine höhere Geschwindigkeit zum Einsatz kommen als bei der Fahrt entlang eines Teppichbodens.

[0032] Von besonderem Vorteil ist es, wenn das Bodenbearbeitungsgerät ein Navigationsglied umfaßt zur rechnerischen Bestimmung des Standorts des Bodenbearbeitungsgeräts aufgrund der Länge und des Verlaufs der zurückgelegten Wegstrecke, wobei die rechnerische Bestimmung des Standorts unter Berücksichtigung der klassifizierten Beschaffenheit der Bodenfläche erfolgt. Wie bereits erläutert, kann zur Bestimmung des Standorts des Bodenbearbeitungsgeräts das Verfahren der Koppelnavigation herangezogen werden, wobei es die Berücksichtigung der klassifizierten Beschaffenheit der Bodenfläche erlaubt, auftretende Fehler der Koppelnavigation gering zu halten.

[0033] Es kann beispielsweise vorgesehen sein, daß zumindest zwei Antriebsrädern jeweils ein Encoder zur Erfassung der Anzahl der Umdrehungen der Antriebsräder zugeordnet ist, wobei aus der Anzahl der Umdrehungen und der klassifizierten Bodenflächenbeschaffenheit der Standort des Bodenbearbeitungsgeräts bestimmbar ist.

[0034] Der Einsatz eines Encoders, der einem Antriebsrad zugeordnet ist und dessen Umdrehungen erfaßt, ermöglicht es, mittels des Encoders die Geschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgeräts zu erfassen, da aus der Anzahl der pro Zeiteinheit erfolgenden Umdrehungen des Antriebsrades die Geschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgeräts bestimmbar ist. Der Encoder bildet somit einen Geschwindigkeitssensor. Weist das Bodenbearbeitungsgerät zwei Antriebsräder auf, denen jeweils ein Encoder zugeordnet ist, so kann somit zum einen die Geschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgeräts be-

stimmt werden, zum anderen ermöglichen es die Encoder, die zurückgelegte Wegstrecke und den zurückgelegten Fahrtrichtungsverlauf auf konstruktiv einfache Weise zu bestimmen. Unter Berücksichtigung der klassifizierten Bodenflächenbeschaffenheit kann dann auf einfache Weise eine mit nur einem geringen Fehler behaftete Standortbestimmung vorgenommen werden.

[0035] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsgeräts umfaßt dieses ein Speicherglied zum Abspeichern von jeweils einer bestimmten Bodenflächenbeschaffenheit entsprechenden Korrekturwerten, die zur Bestimmung des Standorts des Bodenbearbeitungsgeräts aus dem Speicherglied abrufbar sind. Die Korrekturwerte können beispielsweise anlässlich einer Lernfahrt ermittelt werden, indem das Bodenbearbeitungsgerät über unterschiedlich beschaffene Bodenflächen verfahren und jeweils eine rechnerische Bestimmung des Standorts vorgenommen und mit der tatsächlichen Lage des Bodenbearbeitungsgeräts verglichen wird. Aus dem Vergleich läßt sich ein Korrekturwert ermitteln, der dann unter Zuordnung der jeweils vorliegenden Bodenflächenbeschaffenheit im Speicherglied abgespeichert und bei einer Bearbeitungsfahrt des Bodenbearbeitungsgeräts abgerufen werden kann.

[0036] Vorzugsweise sind mittels der Korrekturwerte von den Encodern bereitgestellte Encodersignale korrigierbar zur Bestimmung des Standortes des Bodenbearbeitungsgeräts. Die Encoderdaten geben ein Maß für die Anzahl der Umdrehungen der Antriebsräder, diese sind jedoch mit einem Schlupf behaftet, der von der Beschaffenheit der Bodenfläche abhängt und durch die aus dem Speicherglied abrufbaren Korrekturwerte berücksichtigt werden kann.

Ausführungsbeispiel

[0037] Die nachfolgende Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung. Es zeigen:

[0038] [Fig. 1](#): eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Bodenbearbeitungsgeräts;

[0039] [Fig. 2](#): ein Blockdiagramm des Steuersystems des Bodenbearbeitungsgeräts.

[0040] In den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist schematisch ein erfindungsgemäßes Bodenbearbeitungsgerät in Form eines insgesamt mit dem Bezugszeichen **10** belegten Bodenreinigungsgeräts dargestellt. Das Bodenreinigungsgerät **10** ist selbststeuernd und selbstfahrend ausgestaltet und ermöglicht die autonome Reinigung einer Bodenfläche **12**. Es umfaßt ein Fahrwerk **14**, an dem um eine gemeinsame Drehachse

drehbar zwei Antriebsräder **16**, **17** gelagert sind, denen jeweils ein Antriebsmotor **18** bzw. **19** zugeordnet ist. Die Antriebsmotoren **18**, **19** sind jeweils über eine Motorwelle **20** bzw. **21** mit dem zugeordneten Antriebsrad **16** bzw. **17** gekoppelt und stehen über Steuerleitungen **23** bzw. **24** mit einer elektronischen Steuereinheit **26** des Bodenreinigungsgeräts **10** in elektrischer Verbindung. Die Antriebsräder **16**, **17** bilden in Kombination mit den Antriebsmotoren **18**, **19** eine Antriebseinheit des Bodenreinigungsgeräts **10**.

[0041] Den Motorwellen **20**, **21** ist jeweils ein Encoder **28** bzw. **29** zugeordnet, der die Anzahl der Umdrehungen der Motorwellen **20**, **21** erfaßt und über eine Sensorleitung **31** bzw. **32** der Steuereinheit **26** ein den jeweiligen Umdrehungen entsprechendes Sensorsignal bereitstellt. Die Anzahl der Umdrehungen der Motorwellen **20**, **21** entspricht der Anzahl der Umdrehungen der jeweiligen Antriebsräder **16** bzw. **17**. Aus der pro Zeiteinheit erfolgenden Anzahl der Umdrehungen der Motorwellen **20**, **21** kann die Geschwindigkeit des Bodenreinigungsgeräts **10** ermittelt werden, d. h. die Encoder **28** und **29** bilden jeweils einen Geschwindigkeitssensor für das Bodenreinigungsgerät **10**.

[0042] Den Antriebsmotoren **18**, **19** ist jeweils ein Stromsensor **34** bzw. **35** zugeordnet, der den Motorstrom des jeweiligen Antriebsmotors **18** bzw. **19** erfaßt und über eine Sensorleitung **37** bzw. **38** der Steuereinheit **26** ein dem jeweiligen Motorstrom entsprechendes Sensorsignal bereitstellt.

[0043] Zur Reinigung der Bodenfläche **12** weist das Bodenreinigungsgerät **10** eine Bürstenwalze **39** auf, die um eine quer zur Hauptbewegungsrichtung **40** des Bodenreinigungsgeräts **10** ausgerichtete Drehachse drehbar ist und mit einem Antriebsmotor in Form eines Bürstenmotors **43** gekoppelt ist, mit dessen Hilfe die Bürstenwalze **39** in Drehung versetzt werden kann. Mittels der Bürstenwalze **39** kann Schmutz von der zu reinigenden Bodenfläche **12** aufgenommen und in einen an sich bekannten und deshalb in der Zeichnung nicht dargestellten Schmutzbehälter des Bodenreinigungsgeräts **10** überführt werden. Der Schmutzbehälter steht mit einem Saugaggregat **45** in Strömungsverbindung, das eine Saugturbine **46** sowie zu dessen Drehantrieb einen Antriebsmotor in Form eines Saugmotors **47** aufweist. Mittels des Saugaggregats **45** kann ausgehend von der Bürstenwalze **39** eine Saugströmung in Richtung auf den Schmutzbehälter erzeugt werden, so daß die Aufnahme von Schmutz von der Bodenfläche **12** unterstützt wird. Die Bürstenwalze **39** bildet ebenso wie das Saugaggregat **45** eine Bodenbearbeitungseinheit in Form einer Bodenreinigungseinheit.

[0044] Der Bürstenmotor **43** steht über eine Steuerleitung **49** mit der Steuereinheit **26** in elektrischer Verbindung, und mittels eines Stromsensors **50** kann der

Motorstrom des Bürstenmotors **43** erfaßt werden. Der Stromsensor **50** ist über eine Sensorleitung **52** mit der Steuereinheit **26** verbunden und stellt dieser ein dem jeweiligen Motorstrom des Bürstenmotors **43** entsprechendes Sensorsignal zur Verfügung.

[0045] Über eine weitere Steuerleitung **54** ist die Steuereinheit **26** mit dem Saugmotor **47** verbunden, dessen Motorstrom von einem Stromsensor **55** erfaßt wird, der über eine Sensorleitung **57** mit der Steuereinheit **26** verbunden ist.

[0046] Die Steuereinheit **26** steuert die Betriebsweise sowohl der Antriebsmotoren **18** und **19** der Antriebseinheit als auch der Antriebsmotoren **43** und **47** der Bürstenwalze **39** und des Saugaggregats **45**. Zur Steuerung der Antriebsmotoren **18** und **19** weist die Steuereinheit **26** eine Antriebssteuerung **59** auf, die die Fahrtrichtung und die Fahrgeschwindigkeit des Bodenreinigungsgeräts **10** vorgibt. Die Fahrtrichtung wird durch die gegebenenfalls unterschiedliche Ansteuerung der Antriebsmotoren **18** und **19** bestimmt, und die Fahrgeschwindigkeit wird durch die Drehzahl der Antriebsmotoren **18**, **19** bestimmt.

[0047] Zur Steuerung des Bürstenmotors **43** weist die Steuereinheit **26** eine Bürstensteuerung **61** auf, und zur Steuerung des Antriebsmotors **47** des Saugaggregats **45** umfaßt die Steuereinheit **26** eine Saugsteuerung **63**.

[0048] Mittels eines Bodenklassifizierungsglieds **65** der Steuereinheit **26** kann die Beschaffenheit der Bodenfläche **12** klassifiziert werden. Hierzu werden dem Bodenklassifizierungsglied die Sensorsignale der Stromsensoren **34**, **35**, **50** und **55** zugeführt. Außerdem werden dem Bodenklassifizierungsglied **65** die Encodersignale der Encoder **28** und **29** zugeführt. Aus den Encodersignalen berechnet das Bodenklassifizierungsglied die aktuelle Geschwindigkeit des Bodenreinigungsgeräts **10**. Anlässlich einer Lernfahrt werden in einem Speicherglied **67** der Steuereinheit **26** Kombinationen von Motorstromwerten der Antriebsmotoren **18**, **19**, **43** und **47** zusammen mit den jeweils vorliegenden Geschwindigkeitswerten unter Zuordnung der jeweiligen Bodenflächenbeschaffenheit abgespeichert, die während der Messung der Motorströme und Geschwindigkeiten vorliegt. Wird zu einem späteren Zeitpunkt die Bodenfläche **12** gereinigt, so werden erneut die Motorstrom- und Geschwindigkeitswerte erfaßt und mit den im Speicherglied **67** hinterlegten Kombinationen verglichen. Die Bodenflächenbeschaffenheit, die derjenigen abgespeicherten Kombination entspricht, die am ehesten der aktuell vorliegenden Kombination von Motorstrom- und Geschwindigkeitswerten entspricht, wird dann von dem Bodenklassifizierungsglied **65** als aktuell vorliegende Bodenflächenbeschaffenheit ausgegeben. Diese Bodenflächenbeschaffenheit bildet die Grundlage für die Ansteuerung der Antriebsmoto-

ren **18**, **19**, **43** und **47**, d.h. sowohl die Geschwindigkeit des Bodenreinigungsgeräts **10** als auch die Betriebsweise des Bürstenmotors **43** und des Saugmotors **47** erfolgen in Anpassung an die aktuell vorliegende Bodenflächenbeschaffenheit.

[0049] Zur Steuerung der Bewegung des Bodenreinigungsgeräts **10** entlang der zu reinigenden Bodenfläche **12** umfaßt die Steuereinheit **26** ein Navigationsglied **69**, das mit den Sensorleitungen **31** und **32** der Encoder **28** und **29** verbunden ist und aus den bereitgestellten Encodersignalen die zurückgelegte Wegstrecke und den zurückgelegten Fahrtrichtungsverlauf berechnet, d.h. rechnerisch die aktuelle Lage des Bodenreinigungsgeräts **10** bestimmt. Die Berechnung erfolgt hierbei unter Berücksichtigung der vom Bodenklassifizierungsglied **65** ermittelten Bodenflächenbeschaffenheit, indem vom Speicherglied **67** ein der aktuellen Bodenflächenbeschaffenheit, wie sie vom Bodenklassifizierungsglied **65** bestimmt wurde, entsprechendes Korrektursignal abgerufen wird, das im Speicherglied anlässlich einer Lernfahrt abgespeichert wurde. Somit kann eine Korrektur der von den Encodern **28** und **29** bereitgestellten Encodersignale vorgenommen werden, um die rechnerische Bestimmung des Standorts des Bodenreinigungsgeräts **10** zu verbessern. Insbesondere kann aufgrund der Berücksichtigung der Bodenflächenbeschaffenheit das Schlupfverhalten der Antriebsräder **16**, **17** in der rechnerischen Bestimmung des Standorts des Bodenreinigungsgeräts **10** berücksichtigt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines selbstfahrenden und selbstlenkenden Bodenbearbeitungsgeräts (**10**), das

- eine elektromotorische Antriebseinheit,
- mindestens eine elektromotorische Bodenbearbeitungseinheit,
- eine elektronische Steuereinheit aufweist sowie
- ein Bodenklassifizierungsglied (**65**) zur Klassifizierung der Beschaffenheit der zu bearbeitenden Bodenfläche (**12**) aufweist,
- wobei das Bodenklassifizierungsglied (**65**) die Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung des Bodenbearbeitungsgeräts (**10**) sowie den Motorstrom zumindest eines Antriebsmotors (**18**, **19**, **43**, **47**) der Antriebseinheit und/oder zumindest einer Bodenbearbeitungseinheit erfasst und in Abhängigkeit der erfassten Werte die Beschaffenheit der zu bearbeitenden Bodenfläche (**12**) klassifiziert und
- mittels der Steuereinheit in Abhängigkeit der vom Bodenklassifizierungsglied (**65**) ermittelten Bodenbeschaffenheit die Fortbewegung des Bodenbearbeitungsgeräts (**10**) und/oder die Betriebsweise zumindest einer Bodenbearbeitungseinheit gesteuert wird und/oder mittels eines Navigationsglieds (**69**) der Standort des Bodenbearbeitungsgeräts aufgrund der

Länge und des Verlaufs der zurückgelegten Wegstrecke rechnerisch bestimmt und bei der rechnerischen Bestimmung des Standorts die klassifizierte Bodenflächenbeschaffenheit berücksichtigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man in einem Speicherglied (67) Kombinationen von Motorstrom- und Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerten unter Zuordnung einer bestimmten Bodenflächenbeschaffenheit abspeichert und eine aktuell gemessene Kombination von Motorstrom- und Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerten mit den gespeicherten Kombinationen von Motorstrom- und Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerten vergleicht.

3. Verfahren nach ein Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man den Antriebsmotor (43) einer Bürstenwalze (39) einer Bodenbearbeitungseinheit entsprechend der klassifizierten Bodenflächenbeschaffenheit steuert.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man die Betriebsweise eines Saugaggregats (45) einer Bodenbearbeitungseinheit entsprechend der klassifizierten Bodenflächenbeschaffenheit steuert.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man den mindestens einen Antriebsmotor (18, 19) der Antriebseinheit entsprechend der klassifizierten Bodenflächenbeschaffenheit steuert.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man zumindest zwei Antriebsrädern (16, 17) der Antriebseinheit jeweils einen Encoder (28, 29) zuordnet zur Erfassung der Umdrehungen der Antriebsräder (16, 17), wobei man aus der Anzahl der Umdrehungen den Standort des Bodenbearbeitungsgeräts (10) rechnerisch ermittelt unter Berücksichtigung der klassifizierten Bodenflächenbeschaffenheit.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man jeweils einer bestimmten Bodenflächenbeschaffenheit entsprechende Korrekturwerte in einem Speicherglied (67) abspeichert und dass man zur Standortbestimmung des Bodenbearbeitungsgeräts (10) den einer aktuell klassifizierten Bodenflächenbeschaffenheit entsprechenden Korrekturwert aus dem Speicherglied (67) abrufen und zur Bestimmung des Standorts des Bodenbearbeitungsgeräts (10) heranzieht.

8. Selbstfahrendes und selbststeuerndes Bodenbearbeitungsgerät zur Durchführung des voranstehend genannten Verfahrens, mit

- einer elektromotorischen Antriebseinheit,
- mindestens einer elektromotorischen Bodenbear-

beitungseinheit,

- einer elektronischen Steuereinheit,
- zumindest einen Bewegungssensor (28, 29) zur Erfassung der Geschwindigkeit und/oder der Beschleunigung des Bodenbearbeitungsgeräts (10) sowie
- mindestens einen Stromsensor (34, 35, 50, 55) zur Erfassung des Motorstroms eines Antriebsmotors (18, 19, 43, 47) der Antriebseinheit und/oder einer Bodenbearbeitungseinheit,
- einem Bodenklassifizierungsglied (65) zur Klassifizierung der Beschaffenheit der zu bearbeitenden Bodenfläche (12) in Abhängigkeit der erfassten Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung sowie des erfassten Motorstroms,
- wobei mittels der Steuereinheit in Abhängigkeit der vom Bodenklassifizierungsglied (65) ermittelten Bodenbeschaffenheit die Fortbewegung des Bodenbearbeitungsgeräts (10) und/oder die Betriebsweise zumindest einer Bodenbearbeitungseinheit steuerbar ist und/oder mittels eines Navigationsglieds (69) der Standort des Bodenbearbeitungsgeräts (10) aufgrund der Länge und des Verlaufs der zurückgelegten Wegstrecke rechnerisch bestimmbar und bei der rechnerischen Bestimmung des Standorts die klassifizierte Bodenflächenbeschaffenheit berücksichtigbar ist.

9. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Bodenbearbeitungsgerät (10) ein Speicherglied (67) aufweist zum Abspeichern von Kombinationen von Motorstrom- und Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerten unter Zuordnung einer bestimmten Bodenflächenbeschaffenheit.

10. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bodenbearbeitungseinheit eine Bürstenwalze (39) mit einem Antriebsmotor (43) aufweist, wobei dieser Antriebsmotor (43) entsprechend der klassifizierten Bodenflächenbeschaffenheit steuerbar ist.

11. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bodenbearbeitungseinheit ein Saugaggregat (45) umfasst, das entsprechend der klassifizierten Bodenflächenbeschaffenheit steuerbar ist.

12. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit zumindest einen Antriebsmotor (18, 19) umfasst, der entsprechend der klassifizierten Bodenflächenbeschaffenheit steuerbar ist.

13. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Antriebsrädern (16, 17) jeweils ein Encoder (28, 29) zur Erfassung der Anzahl der Umdrehungen der Antriebsräder (16, 17) zugeordnet ist, wobei aus der Anzahl der Umdrehungen und der

klassifizierten Bodenflächenbeschaffenheit der Standort des Bodenbearbeitungsgeräts (10) bestimmbar ist.

14. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einem Antriebsrad (16, 17) ein Encoder (28, 29) zur Erfassung der Anzahl der Umdrehungen des Antriebsrades (16, 17) zugeordnet ist, wobei aus der pro Zeiteinheit erfolgenden Anzahl der Umdrehungen des Antriebsrades (16, 17) die Geschwindigkeit des Bodenbearbeitungsgeräts (10) bestimmbar ist.

15. Bodenbearbeitungsgerät nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Bodenbearbeitungsgerät (10) ein Speicherglied (67) aufweist zum Abspeichern von jeweils einer bestimmten Bodenflächenbeschaffenheit entsprechenden Korrekturwerten, die zur Bestimmung des Standorts des Bodenbearbeitungsgeräts (10) aus dem Speicherglied (67) abrufbar sind.

16. Bodenbearbeitungsgerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Korrekturwerte von den Encodern (28, 29) bereitgestellte Encoderdaten korrigierbar sind zur Bestimmung des Standorts des Bodenbearbeitungsgeräts (10).

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Fig. 1

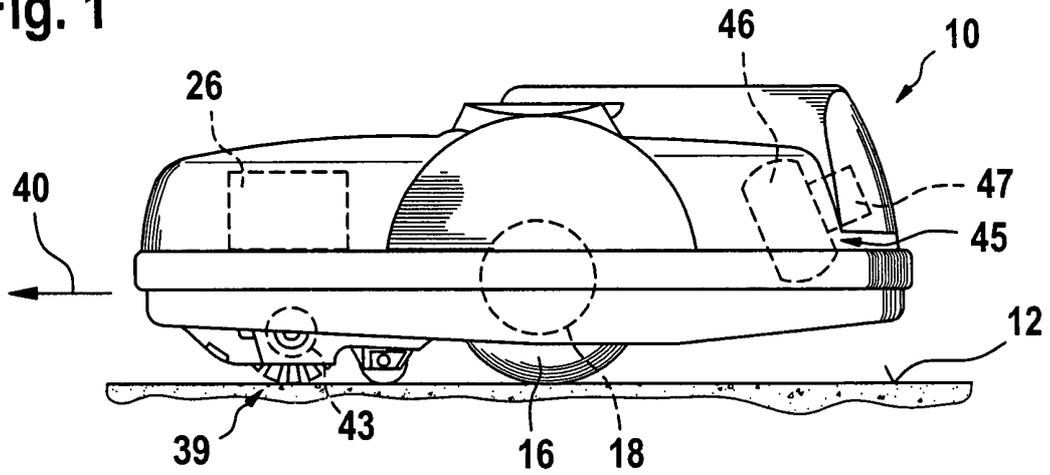


Fig. 2

