



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G05D	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/10062 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 24. Februar 2000 (24.02.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01947 (22) Internationales Anmeldedatum: 1. Juli 1999 (01.07.99) (30) Prioritätsdaten: 198 36 101.7 10. August 1998 (10.08.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FEITEN, Wendelin [DE/DE]; Max-Löw-Strasse 47, D-85579 Neubiberg (DE). ILLMANN, Jörg [DE/DE]; Bogenholzstrasse 3, D-89233 Neu-Ulm (DE). NEUBAUER, Werner [DE/DE]; Rudolf-Gütlein-Weg 36, D-81739 München (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING A PATH AROUND A DEFINED REFERENCE POSITION (54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR ERMITTLUNG EINES WEGES UM EINE VORGEGEBENE BEZUGSPPOSITION (57) Abstract According to the invention, a path is determined by the following iterative method: an arc-shaped path about the reference position at a defined distance therefrom is determined step by step and the absence of obstacles along the arc-shaped path is verified. As long as no obstacles are detected the arc-shaped path is extended. If an obstacle is detected the distance is increased by a defined value and the process is continued using a new iteration and the increased distance. (57) Zusammenfassung Es wird ein Weg auf folgende iterative Weise ermittelt: Es wird schrittweise ein bogenförmiger Weg um die Bezugsposition mit einem vorgegebenen Abstand bestimmt. Entlang des bogenförmigen Weges wird auf die Existenz eines Hindernisses geprüft. Solange kein Hindernis ermittelt wird, wird der bogenförmige Weg verlängert. Für den Fall, daß ein Hindernis ermittelt wird, wird der Abstand um einen vorgebbaren Wert vergrößert und es wird das Verfahren in einer neuen Iteration fortgesetzt mit dem vergrößerten Abstand.		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Verfahren und Anordnung zur Ermittlung eines Weges um eine vorgegebene Bezugsposition

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Ermittlung eines Weges.

Ein solches Verfahren und eine solche Anordnung sind aus [1] bekannt. Bei dieser Ermittlung werden Markierungen dazu verwendet, um einen Weg festzulegen, entlang dessen sich ein Roboter bewegt.

Die Markierung eines Weges ist aufwendig und somit teuer und auch nicht in allen Gebieten erwünscht. An einen Roboter wird insbesondere die Anforderung gestellt, daß er sich selbständig in einem Raum, in dem er zuvor noch nicht gewesen ist und über den er auch keine Daten in Form einer digitalen Karte in einem Speicher gespeichert hat, derart zurechtfindet, daß er den gesamten Raum möglichst lückenlos abfahren kann, wobei eine mehrfache Überfahung eines Bereichs des Raums möglichst gering gehalten werden sollte.

Somit liegt der Erfindung das Problem zugrunde, einen Weg um eine vorgegebene Bezugsposition zu ermitteln, wodurch eine vereinfachte, kostengünstige Navigation innerhalb eines Raumes ohne Vorwissen möglich wird, und keine Markierungen erforderlich sind.

Das Problem wird durch das Verfahren sowie durch die Anordnung mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

Bei dem Verfahren werden iterativ folgende Schritte durchgeführt:

- Es wird schrittweise ein bogenförmiger Weg um die Bezugsposition mit einem vorgegebenen Abstand bestimmt,

- entlang des bogenförmigen Wegs wird auf die Existenz eines Hindernisses geprüft,
 - solange kein Hindernis ermittelt wird, wird der bogenförmige Weg verlängert,
 - 5 - für den Fall, daß das Hindernis ermittelt wird, wird der Abstand um einen vorgebbaren Wert vergrößert und es wird das Verfahren in einer neuen Iteration fortgesetzt, mit dem vergrößerten Abstand.
- 10 Die Anordnung weist einen Prozessor auf, der derart eingerichtet ist, daß ein iteratives Verfahren mit folgenden Schritten durchführbar ist:
- Es wird schrittweise ein bogenförmiger Weg um die Bezugsposition mit einem vorgegebenen Abstand bestimmt,
 - 15 - entlang des Weges wird auf die Existenz eines Hindernisses geprüft,
 - solange kein Hindernis ermittelt wird, wird der bogenförmige Weg verlängert,
 - für den Fall, daß das Hindernis ermittelt wird, wird der
 - 20 Abstand um einen vorgebbaren Wert vergrößert und es wird das Verfahren in einer neuen Iteration fortgesetzt, mit dem vergrößerten Abstand.

25 Durch die Erfindung wird eine sehr einfache und somit kostengünstige Navigationsstrategie für eine mobile Anordnung in einem Raum angegeben.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

30

Die Erfindung kann vorteilhaft eingesetzt werden zur Lenkung einer Anordnung entlang des ermittelten Weges. Auf diese Weise wird erreicht, daß eine Anordnung auf sehr einfache und kostengünstige Weise in einem Raum, in dem die Anordnung zuvor nicht gewesen ist und über die die Anordnung keine Infor-

35 mationen hat, den gesamten Raum mit geringem Überlappungsbereich abfahren kann. Unter einem Überlappungsbereich ist ein

Teil des Raumes zu verstehen, in dem der Weg ermittelt wird der mehrfach in dem ermittelten Weg enthalten ist.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, daß
5 die Anordnung mit einem elektrischen Anschluß, der die Bezugssposition darstellt, über ein Kabel verbunden ist. Anhand der Kabellänge wird der Abstand bestimmt. Durch diese Weiterbildung wird eine äußerst kostengünstige und bei einer Vielzahl von Anordnungen ohnehin durch ein bei der Stromversorgung
10 enthaltenem Element, dem Kabel, kostengünstige Orientierungshilfe für die Anordnung gegeben.

Die Erfindung kann vorteilhaft zur Orientierung eines Roboters oder auch eines Staubsaugers eingesetzt werden.
15
Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Figuren dargestellt und wird im weiteren näher erläutert.

Es zeigen
20
Figuren 1 bis 10 Skizzen eines Raumes, die die Ermittlung des Weges beispielhaft darstellen;

Figur 11 eine symbolische Skizze eines Staubsaugers in
25 Draufsicht;

Figur 12 eine symbolische Skizze eines Staubsaugers mit einem Prozessor, einem Speicher und einer Lenkeinrichtung.
30

In **Fig.1** ist ein Raum 101 mit Wänden 102 und einem Tisch 103 als ein Hindernis dargestellt. Ein Staubsauger 104 ist über ein Kabel 105 mit einem elektrischen Anschluß 106, einer Steckdose, verbunden. Der Staubsauger 104 weist einen
35 schwenkbaren Arm 107 auf. Ferner weist der Arm 107 mehrere Taktile Sensoren 108 auf, mit deren Hilfe ein Hindernis durch Berührung des Hindernis mit dem Arm 107 erkannt wird.

Wie in **Fig.12** dargestellt, weist der Staubsauger 104 einen Prozessor 1201 sowie einen Speicher 1202 auf, die über einen Bus 1203 miteinander verbunden sind. Ein ermittelter und be-
5 fahrener Weg 109 wird in einer elektronischen Karte 1213 in dem Speicher 1202 gespeichert. Jedes ermittelte Hindernis auf dem Weg wird in der Karte 1213 eingetragen.

Der Staubsauger 104 weist ferner eine Kabeltrommel 1204 zur
10 Aufnahme eines Kabels 1205 auf.

Das Kabel 1205 wird durch eine Öffnung 1206 des Gehäuses 1207 des Staubsaugers 104 aus dem Staubsauger 104 herausgeführt. Die Kabeltrommel 1204 weist einen Motor 1208 auf, mit dem die
15 Kabeltrommel 1204 angetrieben wird zum Abrollen bzw. Aufrollen des Kabels 1205. Ferner weist der Staubsauger 104 eine mit dem Bus 1203 verbundene Lenkeinrichtung 1209 auf, mit der Räder 1210 des Staubsaugers 104 und ein Motor 1211 zum An-
trieb des Staubsaugers 104 derart angesteuert werden, daß der
20 oben beschriebene Weg durch einen Raum von dem Staubsauger 104 befahren wird.

Das im weiteren beschriebene Verfahren zur Ermittlung des Weges wird in dem Prozessor 1201 durchgeführt. Ferner weist der
25 Staubsauger 104 einen beweglichen Arm 1212 mit einer Saugdüse 1214 und einen Staubbeutel 1215 zur Aufnahme des Staubs auf.

Der Weg 109, der in **Fig.1** durch eine Linie symbolisch dargestellt ist, wird von dem Staubsauger 104 auf folgende Weise
30 ermittelt und abgefahren.

Der Weg 109 beginnt an dem elektrischen Anschluß 106. Der Staubsauger 104 erkennt unter Verwendung der Taktilsensoren 108 die Wand 102 als Hindernis und fährt entlang der Wand so-
35 lange einen geraden Weg in einer vorgebbaren Richtung 110, die durch einen Pfeil 110 angedeutet ist, bis eine vorgegebe-

ne Länge des Kabels 105 erreicht ist. Durch die Länge des Kabels 105 wird ein Abstand bestimmt.

Der Staubsauger 104 fährt nunmehr entlang eines bogenförmigen
5 Weges mit dem Abstand der Kabellänge als Radius um den elektrischen Anschluß 106, bis durch einen Takttilsensor 108 ein Hindernis ermittelt wird.

Dabei wird der Arm 107 seitlich um den Weg 109 herum ge-
10 schwenkt und der Staubsauger 104 saugt den Fußboden.

Der Staubsauger 104 erkennt die Wand 102 auf der Seite des elektrischen Anschlusses 106. Wird die Wand 102 als Hindernis erkannt, was in **Fig.1** symbolisch als Ringe 111 dargestellt
15 ist, so wird überprüft, ob bei Wahl des Weges 109 in Richtung des elektrischen Anschlusses 106, d.h. bei Verkürzung des Abstands und somit der Kabellänge, ein Weg gewählt wird, der zuvor schon befahren wurde.

20 Die Überprüfung erfolgt anhand der gespeicherten Karte 1213, in der ein von dem Staubsauger 104 schon befahrener Weg 109 gespeichert wird.

Auf dem Weg 109 zur dem elektrischen Anschluß 106 gegenüber-
25 liegenden Wand hat der Staubsauger 104 in diesem Ausführungsbeispiel den Tisch 103 als Hindernis entdeckt, was durch zwei Ringe 112, 113 in **Fig.1** symbolisch dargestellt ist.

In der Karte 1213 wird der abgefahrene Weg 109 in der Weise
30 gespeichert, daß ein erster Teilbereich des Wegs 109, in dem ein Hindernis ermittelt worden ist, im weiteren als geschlossener Bereich bezeichnet, mit einer ersten Markierung versehen wird, was in den Figuren symbolisch mit Ringen dargestellt ist. Ein zweiter Teilbereich des Wegs 109, in dem kein
35 Hindernis ermittelt worden ist, im weiteren als offener Bereich bezeichnet, wird mit einer zweiten Markierung versehen,

was in den Figuren symbolisch mit jeweils einem Stern dargestellt ist.

Fig.2 zeigt den Fall, daß, wie in **Fig.1** dargestellt, bei einer Wegewahl in Richtung des elektrischen Anschlusses 106 der Weg in einen schon befahrenen Bereich führen würde.

Aus diesem Grund fährt der Staubsauger 104 entlang der Wand 102, wobei Kabel 1205 aus der Kabeltrommel 1204 des Staubsaugers 104 ausgegeben wird, wodurch die Kabellänge und somit der Abstand für einen zweiten bogenförmigen Weg 202 vergrößert wird.

Solange bis die Kabellänge auf den vorgebbaren Wert für den Abstand des zweiten bogenförmigen Weges 202 angelangt ist, fährt der Staubsauger 104 entlang der Wand 102, was durch einen ersten Teilweg 201 in **Fig.2** dargestellt ist.

Entlang des ersten Teilwegs 201 wird durch die Taktillensensoren 108 ständig die Kontur des Raumes 101 ermittelt.

Fig.3 zeigt die Situation, daß der Staubsauger 104 wiederum auf den Tisch 103 trifft, was durch die Taktilsensoren 108 ermittelt wird. Diese Situation ist durch Ringe 301, 302, 303 symbolisch dargestellt. Die Ringe 301, 302, 303 stellen symbolisch gespeicherte erste Markierungen innerhalb der gespeicherten Karte 1213 dar. Die Markierungen werden in Form eines Polygonzuges gespeichert.

Wiederum wird geprüft, ob durch Bewegung des Staubsaugers 104 in Richtung des elektrischen Anschlusses 106 der Tisch 103 umfahren werden kann, ohne einen schon befahrenen Weg noch einmal überfahren zu müssen. Da dies in diesem Fall nicht möglich ist, wird wiederum die Kabellänge und somit der Abstand vergrößert.

Während das Kabel 105 von der Kabeltrommel 1204 des Staubsaugers 104 ausgeworfen wird, fährt der Staubsauger 104 einen zweiten Teilweg 304 entlang des Tisches 103 ab.

5 Nach Erreichen des Endpunktes des durch die Kabellänge vorgegebenen Abstands fährt der Staubsauger 104 entlang eines weiteren bogenförmigen Weges 305 solange, bis die Taktillensensoren 108 wiederum auf die Wand 102 des Raums 101 treffen, was durch zwei weitere Ringe 306, 307 symbolisch dargestellt
10 ist.

Fig.4 zeigt die Situation, daß durch Verkürzung des Abstands ein Bereich des Raums 101 befahren wird in Richtung des elektrischen Anschlusses 106, der bisher noch nicht von dem
15 Staubsauger 104 befahren wurde. Dieser Bereich ist durch zwei Ringe 401, 402 sowie durch einen dritten Teilweg 403 symbolisch dargestellt.

Der Staubsauger 104 fährt solange in Richtung des elektrischen Anschlusses 106, bis er auf einen Bereich trifft, der
20 zuvor schon von dem Staubsauger 104 befahren wurde, was durch Vergleich mit der in dem Speicher 1202 gespeicherten Karte 1213 ermittelt wird.

25 **Fig.5** zeigt einen vierten Teilweg 501, den der Staubsauger 104 entlang der Wand 102 des Raums 101 fährt mit wiederum vergrößerter Kabellänge, wie oben dargestellt.

Ein weiterer bogenförmiger Weg 502 wird von dem Staubsauger
30 104 befahren, bis er wieder auf den Tisch 103 trifft. Diese Situation ist durch zwei weitere Ringe 503 und 504 symbolisch dargestellt.

Entlang des Tisches 103 fährt der Staubsauger 104 einen fünften Teilweg 505 um mit verlängerter Kabellänge anschließend
35 wiederum einen weiteren bogenförmigen Weg 506 um den Tisch

herum, bis er zu dem schon markierten Bereich des Tisches gelangt, einem Endpunkt 507.

Nach Befahren eines sechsten Teilwegs 506 unter Verlängerung
5 des Kabels fährt der Staubsauger 104 entlang eines weiteren
bogenförmigen Wegs 508, bis er auf eine zweite Wand 102
trifft. Diese Situation ist mit drei weiteren Ringen 509,
510, 511 symbolisiert. Der Staubsauger fährt weiter entlang
des weiteren bogenförmigen Wegs 508, bis er auf eine dritte
10 Wand 102 trifft, symbolisiert durch zwei Ringe 512 und 513.

Auf diese Weise entstehen drei offene Bereiche, ein erster
offener Bereich 514, ein zweiter offener Bereich 515 und ein
dritter offener Bereich 516, die jeweils mit Sternen gekenn-
15 zeichnet sind.

Fig. 6 zeigt das Befahren des dritten offenen Bereichs 516
durch den Staubsauger gemäß den oben beschriebenen Regeln
entlang weiteren Teilwegen 601, 602 und weiteren bogenförmigen
20 Wegen 603, 604.

Der Staubsauger 104 ermittelt aus der Karte 1213, daß er den
gesamten dritten offenen Bereich 516 befahren hat, da der
Staubsauger 104 keinen Bereich mehr in dem dritten offenen
25 Bereich 516 befahren kann, in dem er noch nicht gewesen ist.

Der Staubsauger 104 fährt nun einen Bereich an, der in der
Karte 1213 als noch nicht befahren gekennzeichnet ist, d.h.
der erste offene Bereich 514 und der zweite offene Bereich
30 515. Der Staubsauger 104 wählt den ersten offenen Bereich 514
aus und fährt ihn entlang eines Zwischenwegs 700 an.

Der Weg 109 ist in der Karte 1213 in Form einer Baumstruktur
gespeichert, wobei ein bogenförmiger Weg in Form eines Knotens
35 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707 innerhalb der Baumstruktur
modelliert ist. Dem Knoten K ist jeweils ein Attribut zugeordnet,
ein erstes Attribut (symbolisiert durch einen

ausgefüllten Kreis 701, 702, 704, 705, 706), mit dem angegeben wird, daß der bogenförmige Weg nicht an einen offenen Bereich angrenzt, oder ein zweites Attribut (symbolisiert durch einen unausgefüllten Kreis 703, 707), mit dem angegeben wird,
5 daß der bogenförmige Weg an einen offenen Bereich angrenzt (vgl. **Fig.7**).

Der Staubsauger fährt den ersten offenen Bereich 514 an und fährt entlang eines weiteren Teilwegs 801 (vgl. **Fig.8**) und
10 eines weiteren bogenförmigen Wegs 802 den ersten offenen Bereich gemäß der oben beschriebenen Vorgehensweise ab.

Fig.9 zeigt den Staubsauger 104, nachdem der komplette erste offene Bereich 514 und ein Teil des zweiten offenen Bereichs
15 515 abgefahren ist entlang weiterer Teilwege 901 und 902 sowie weiterer bogenförmiger Wege 903, 904.

Fig.10 zeigt den Staubsauger 104, nachdem der komplette Raum 101 abgefahren ist entlang weiterer Teilwege 1001, 1002 sowie
20 eines weiteren bogenförmigen Wegs 1003.

In **Fig.11** ist der Staubsauger 104 in Draufsicht dargestellt. Der Staubsauger reinigt den Boden des Raums 101, indem er eine Düse 1101, die in einem Arm 1103 enthalten ist, im wesentlichen senkrecht zu ihrer Hauptbewegungsrichtung
25 (symbolisiert durch einen Pfeil 1105) des Staubsaugers 104 bewegt, also anschaulich eine Wischbewegung ausführt, symbolisiert durch einen bogenförmigen Doppelpfeil 1104. Ein Gehäuse 1102, der entlang der Hauptbewegungsrichtung fährt,
30 weist Räder 1106, 1107, 1108 auf, die zumindest teilweise von einem Motor (nicht dargestellt) angetrieben werden

Das Kabel wird aus dem Gehäuse 1102 durch eine Öffnung 1109 herausgeführt.

35

Im weiteren werden einige Alternativen zu dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel aufgezeigt:

Eine qualitative Ortsbestimmung kann erfolgen durch Längenmessung des Kabels oder auch unter Verwendung weiterer Sensoren zur Messung der Entfernung des Staubsaugers zu dem elektrischen Anschluß, allgemein einem festen Bezugspunkt.

Die weiteren Sensoren können beispielsweise gemäß dem Prinzip einer Schall-Laufzeitmessung erfolgen, wobei der Schall von einem Sender des Staubsaugers gesendet wird. Das Ergebnis der Laufzeitmessung wird dem Staubsauger zurückgesendet, z.B. per Lichtsignal, Funksignal oder direkt über ein über das Kabel gesendetes Signal.

Wie oben beschrieben, wird der Raum sowie der abgefahrte Bereich in der Karte 1213 in Form einer Baumstruktur gespeichert. Eine Strategie zum Anfahren der jeweils noch offenen Bereiche erfolgt unter Analyse der Attribute, die den Knoten des Baums zugeordnet sind, wobei den Knoten jeweils auch eine Entfernungsangabe zugeordnet ist, mit der angegeben wird, wie weit der jeweilige weitere bogenförmige Weg von dem elektrischen Anschluß entfernt ist.

Mögliche Strategien sind:

- "Tiefe zuerst":
Bei dieser Strategie werden die Knoten, denen das erste Attribut zugeordnet ist, in der Reihenfolge angefahren, daß jeweils der Knoten ausgewählt wird, dessen zugehöriger bogenförmiger Weg am weitesten von dem elektrischen Anschluß entfernt ist.
- "Breite zuerst":
Bei dieser Strategie werden die Knoten, denen das erste Attribut zugeordnet ist, in der Reihenfolge angefahren, daß jeweils der Knoten ausgewählt wird, dessen zugehöriger bogenförmiger Weg am nächsten bei dem elektrischen Anschluß liegt.
- "Bester zuerst":
Bei dieser Strategie werden die Knoten, denen das erste At-

tribut zugeordnet ist, in der Reihenfolge angefahren, daß jeweils der Knoten ausgewählt wird, der hinsichtlich eines vorgebbaren Kriteriums optimal ist.

In diesem Dokument ist folgende Veröffentlichung zitiert:

- [1] J. Borenstein, Navigating mobile robots: systems and
techniques, A K Peters Ltd., ISBN 1-56881-058-X,
5 S. 141 - 151, 1996

Patentansprüche

1. Verfahren zur rechnergestützten Ermittlung eines Weges um eine vorgegebene Bezugsposition,
5 bei dem iterativ folgende Schritte durchgeführt werden:
 - es wird schrittweise ein bogenförmiger Weg um die Bezugsposition mit einem vorgegebenen Abstand bestimmt,
 - entlang des bogenförmigen Weges wird auf die Existenz eines Hindernisses geprüft,
 - 10 - solange kein Hindernis ermittelt wird, wird der bogenförmige Weg verlängert,
 - für den Fall, daß das Hindernis ermittelt wird, wird der Abstand um einen vorgebbaren Wert vergrößert und es wird das Verfahren in einer neuen Iteration fortgesetzt, mit dem vergrößerten Abstand.
 - 15
2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem eine elektronische Karte des Weges gespeichert wird, in die jedes ermittelte Hindernis eingetragen wird.
20
3. Verfahren nach Anspruch 2,
bei dem die Karte in Form eines Polygonzugs den ermittelten Weg beschreibt.
- 25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
 - bei dem in jeder Iteration nach Ermittlung eines Hindernisses überprüft wird, ob bei Verkürzung des Abstand ein Weg ermittelt würde, der in dem ermittelten Weg schon enthalten ist,
 - 30 - bei dem für den Fall, daß der ermittelte Weg bereits enthalten ist, der Weg mit verlängertem Abstand ermittelt wird, und
 - sonst der Weg mit verkürztem Abstand in einer neuen Iteration ermittelt wird.
- 35 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
bei dem das Hindernis eine Wand oder der ermittelte Weg ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
bei dem bei Verlängerung des Abstands der Weg entlang des
Hindernisses ermittelt wird.

5

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
bei dem die Bezugsposition ein elektrischer Anschluß ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7 zur Lenkung einer Anordnung ent-
lang des ermittelten Weges.

10

9. Verfahren nach Anspruch 8,
bei dem die Anordnung mit dem elektrischen Anschluß über ein
Kabel verbunden ist.

15

10. Verfahren nach Anspruch 9,
bei dem die Kabellänge variabel ausgestaltet ist und anhand
der Kabellänge der Abstand bestimmt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
eingesetzt in einem Roboter.

20

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
eingesetzt in einem Staubsauger.

25

13. Anordnung zur Ermittlung eines Weges um eine vorgegebene
Bezugsposition,
mit einem Prozessor, der derart eingerichtet ist, daß ein
iteratives Verfahren mit folgenden Schritten durchführbar
ist:

30

- es wird schrittweise ein bogenförmiger Weg um die Bezugsposi-
tion mit einem vorgegebenen Abstand bestimmt,
- entlang des bogenförmigen Weges wird auf die Existenz eines
Hindernisses geprüft,
- solange kein Hindernis ermittelt wird, wird der bogenförmige
Weg verlängert,

35

15

- für den Fall, daß das Hindernis ermittelt wird, wird der Abstand um einen vorgebbaren Wert vergrößert und es wird das Verfahren in einer neuen Iteration fortgesetzt, mit dem vergrößerten Abstand.

5

14. Anordnung nach Anspruch 13,
mit mindestens einem Sensor zur Ermittlung eines Hindernisses.

10 15. Anordnung nach Anspruch 13 oder 14,
mit einem Speicher, in dem eine elektronische Karte des Weges
speicherbar ist, in die jedes ermittelte Hindernis eingetragen
wird.

15 16. Anordnung nach Anspruch 15,
bei der der Prozessor derart eingerichtet ist, daß die Karte
in Form eines Polygonzugs den ermittelten Weg beschreibt.

17. Anordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 16,
20 bei der der Prozessor derart eingerichtet ist, daß
- in jeder Iteration nach Ermittlung eines Hindernisses überprüft
wird, ob bei Verkürzung des Abstand ein Weg ermittelt
würde, der in dem ermittelten Weg schon enthalten ist,
- für den Fall, daß der ermittelte Weg bereits enthalten ist,
25 der Weg mit verlängertem Abstand ermittelt wird, und
- sonst der Weg mit verkürztem Abstand in einer neuen Iteration
ermittelt wird.

18. Anordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 17,
30 bei der das Hindernis eine Wand oder der ermittelte Weg ist.

19. Anordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 18,
bei der der Prozessor derart eingerichtet ist, daß bei Ver-
längerung des Abstand der Weg entlang des Hindernisses ermit-
35 telt wird.

20. Anordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 19,

16

bei der die Bezugsposition ein elektrischer Anschluß ist.

21. Anordnung nach Anspruch 20,
mit einer Lenkeinrichtung, mit der eine Anordnung entlang des
5 ermittelten Weges gelenkt wird.

22. Anordnung nach Anspruch 21,
bei der die Anordnung mit dem elektrischen Anschluß über ein
Kabel verbunden ist.
10

23. Anordnung nach Anspruch 22,
bei der die Kabellänge variabel ausgestaltet ist und anhand
der Kabellänge der Abstand bestimmbar ist.

15 24. Anordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, eingesetzt
in einem Roboter.

25. Anordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, eingesetzt
in einem Staubsauger.

1/6

FIG 1

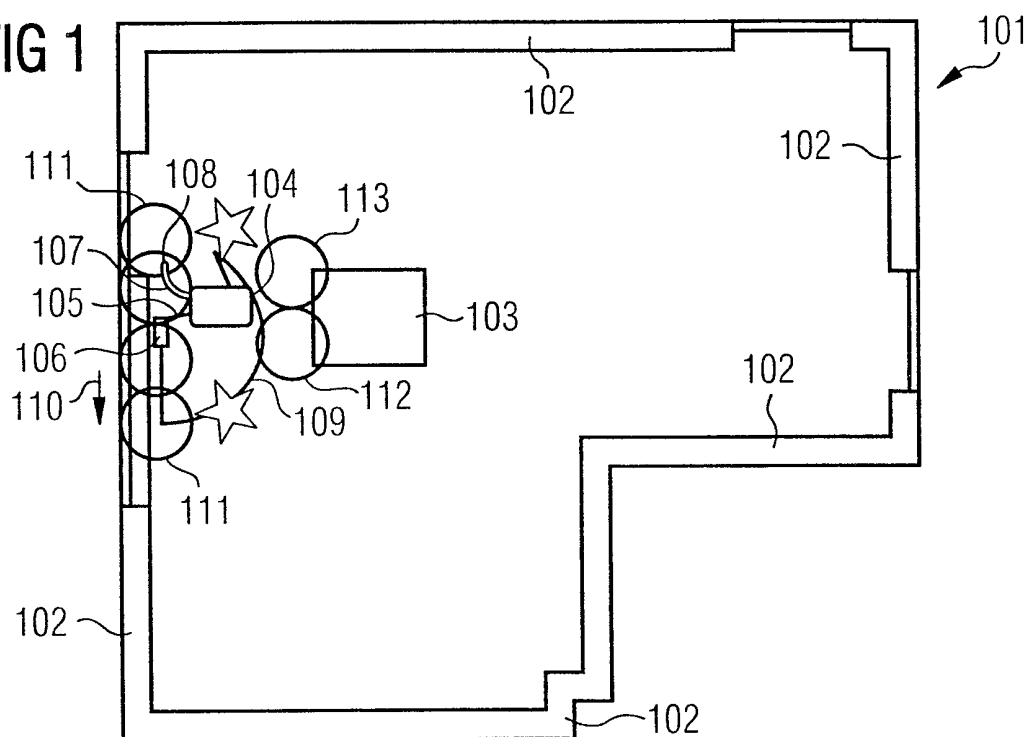
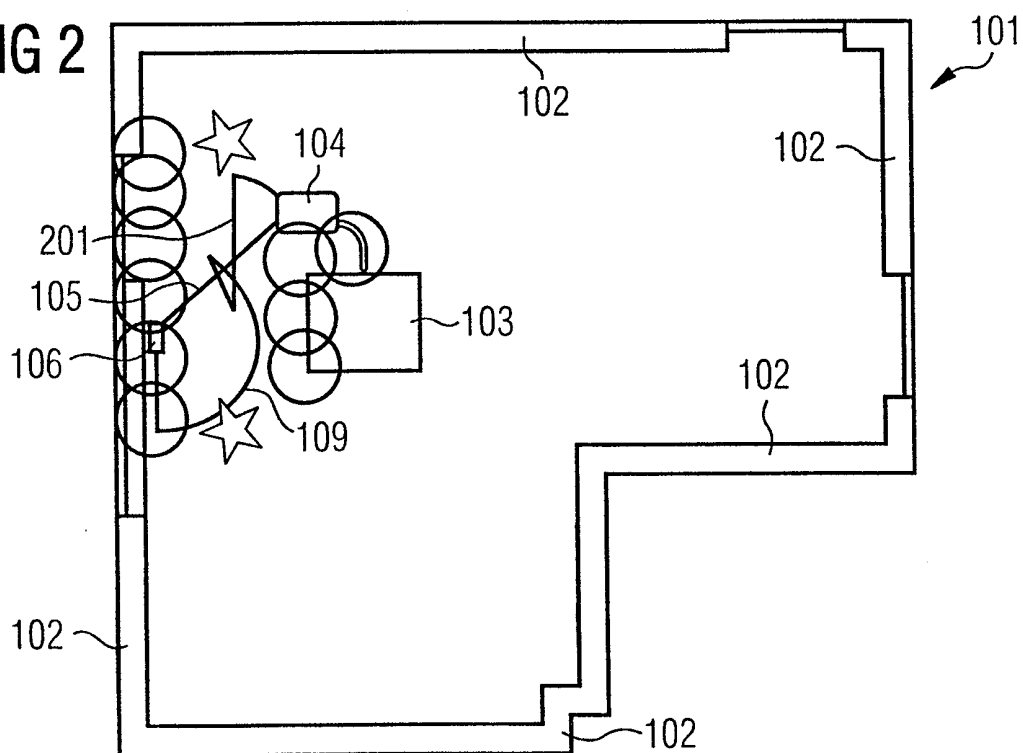


FIG 2



2/6

FIG 3

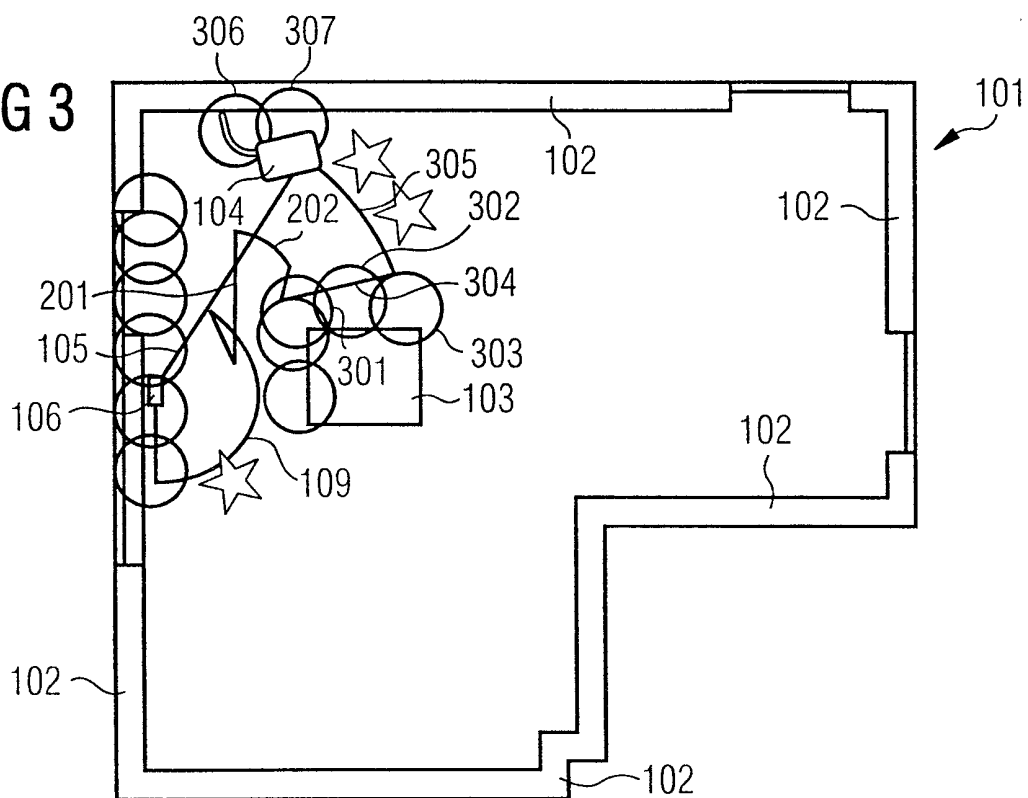


FIG 4

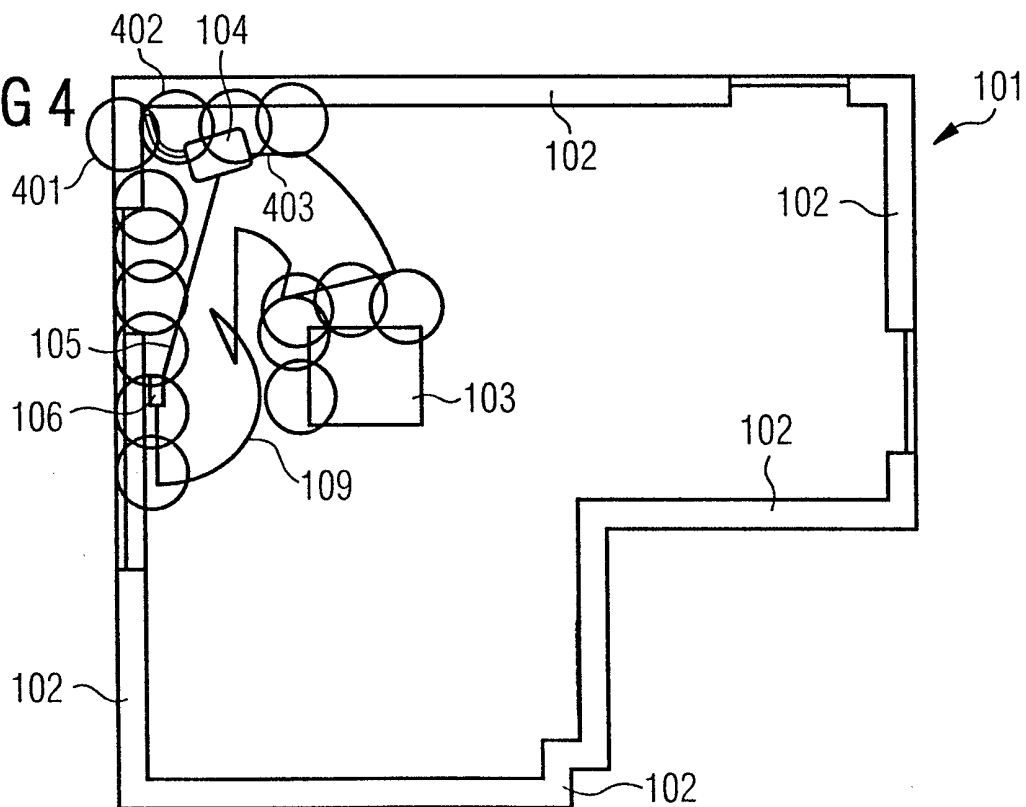


FIG 5

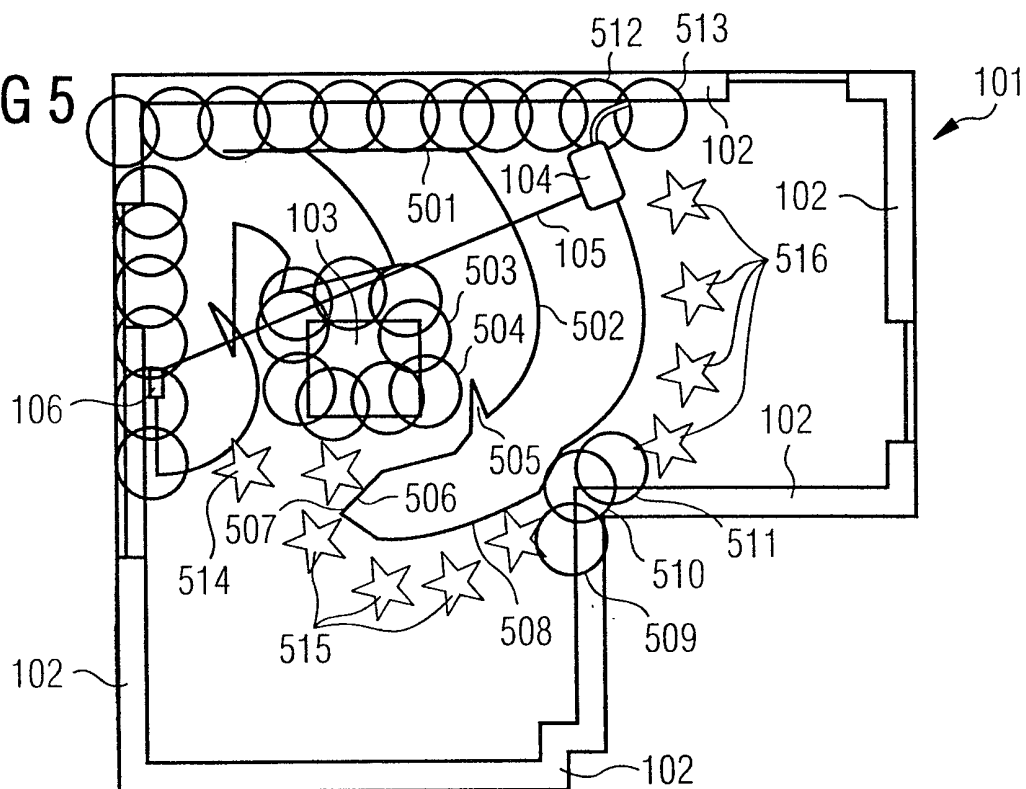
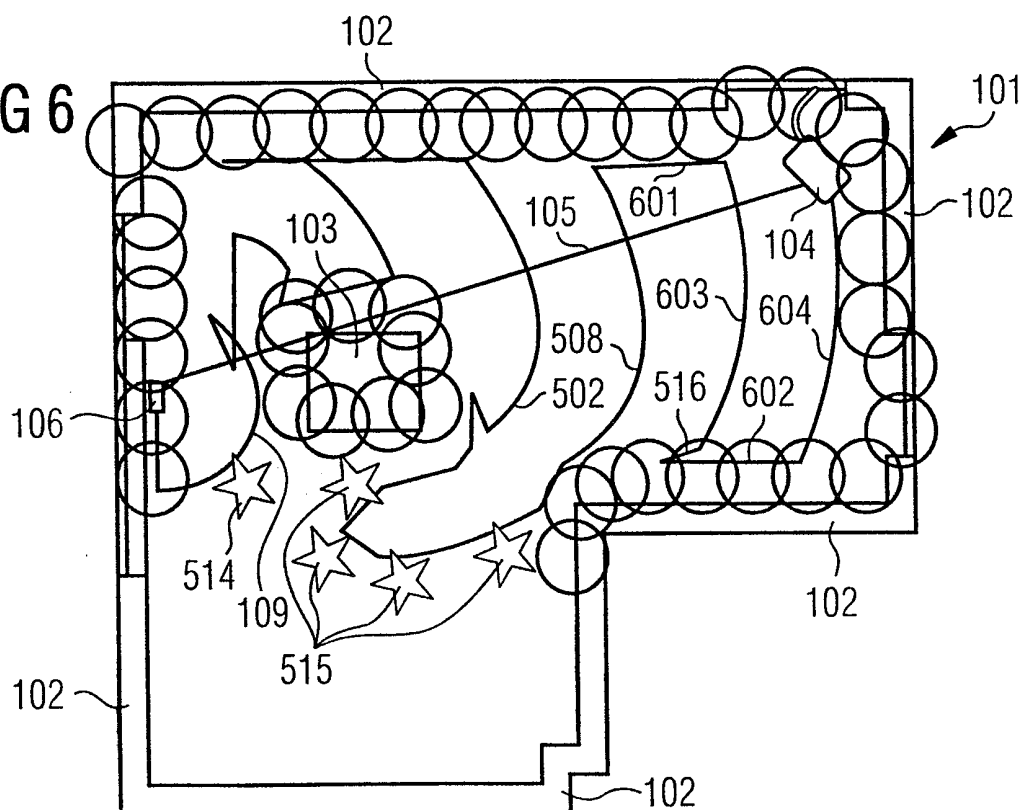


FIG 6



4/6

FIG 7

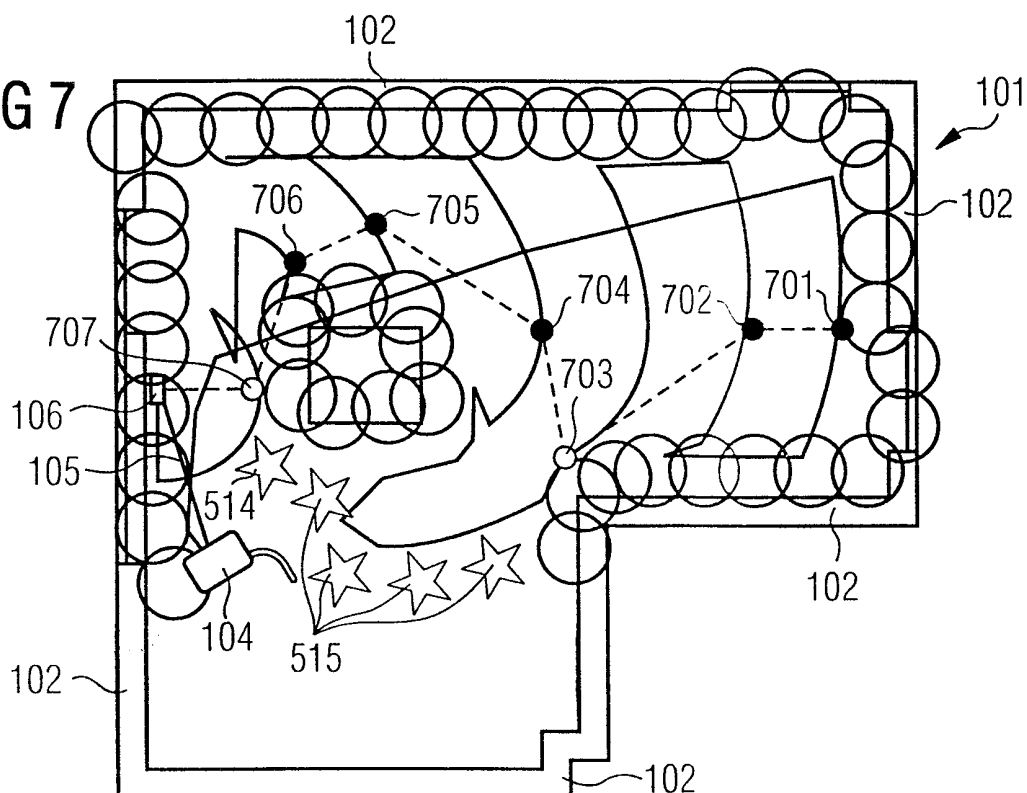
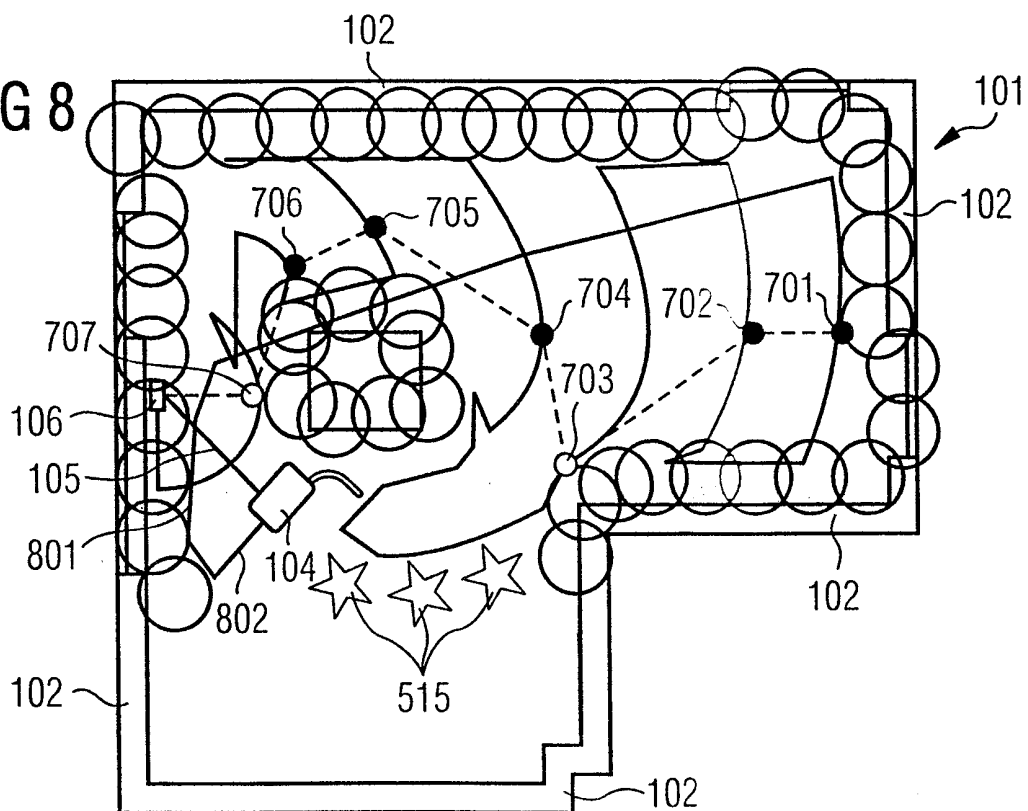


FIG 8



5/6

FIG 9

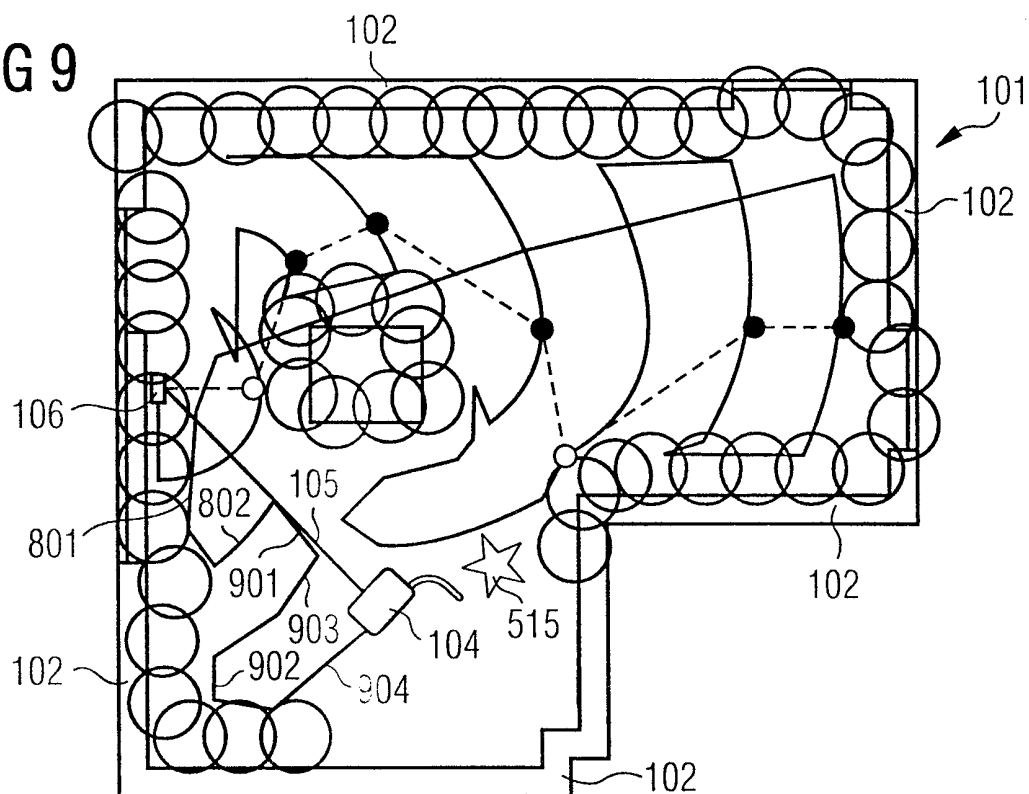
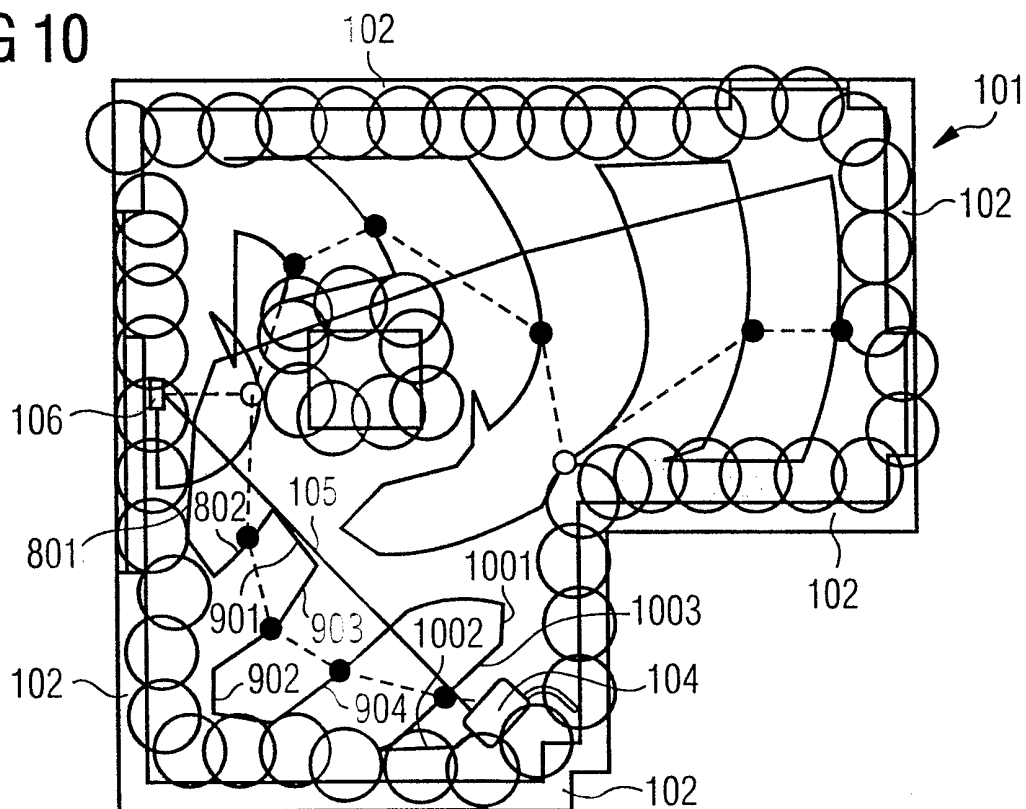


FIG 10



6/6

FIG 11

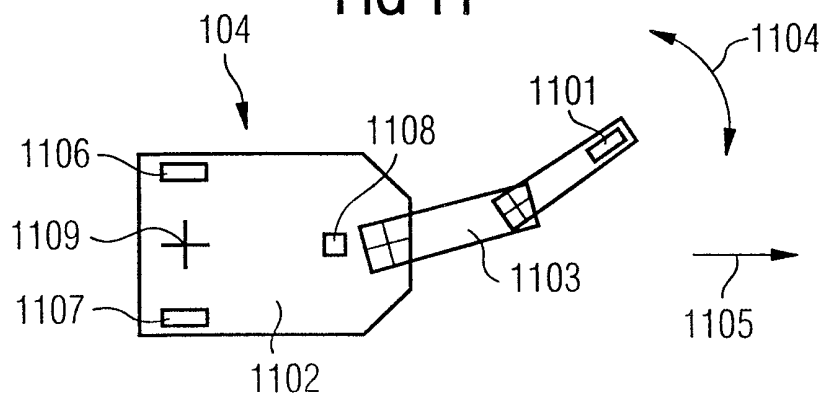


FIG 12

