

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. April 2008 (17.04.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/043443 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01V 3/08 (2006.01) **A63B 71/06** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/008479
- (22) Internationales Anmeldedatum:
28. September 2007 (28.09.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2006 047 376.0 6. Oktober 2006 (06.10.2006) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CAIROS TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; Im Stoeckmaedle 18, 76307 Karlsbad (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ENGLERT, Walter** [DE/DE]; Kupfstrasse 25, 88483 Burgrieden (DE).
- (74) Anwalt: **GRÜNECKER, KINKELDEY, STOCKMAIR & PARTNER**; Maximilianstrasse 58, 80538 München (DE).

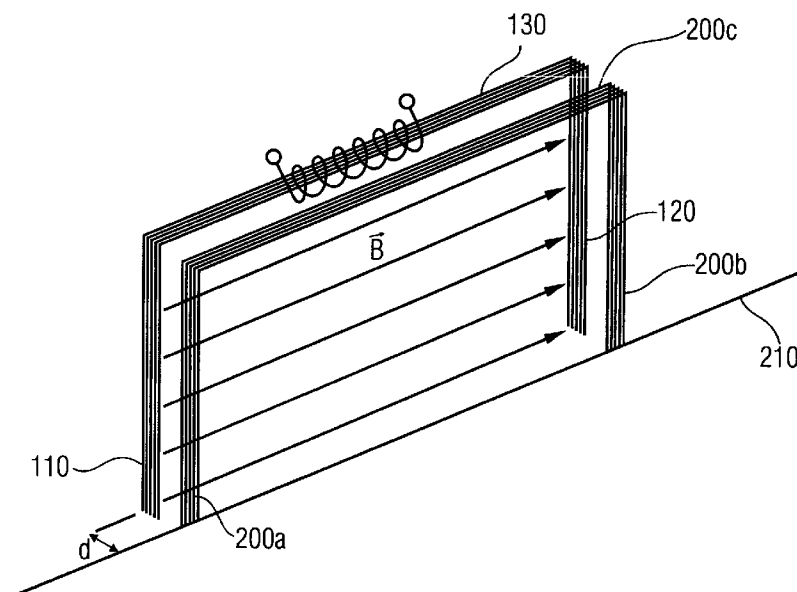
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONCEPT FOR DECIDING WHETHER A GOAL HAS BEEN SCORED, USING MAGNETIC FIELDS

(54) Bezeichnung: KONZEPT ZUR TORENTSCHEIDUNG MITTELS MAGNETFELDERN



(57) Abstract: The invention relates to a method for deciding whether a mobile object has been taken through a goal comprising a goal area defined by said goal, an inner magnetic field being measurable inside said goal area or parallel to said goal area and being larger than an outer magnetic field that extends outside the goal area. The method according to the invention comprises the steps of producing an inner magnetic field inside the goal, supplying information on a magnetic field the mobile object is subject to and evaluating the information on the magnetic field to give a goal statement based on the detection that the mobile object has passed the inner magnetic field.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/043443 A2



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Entscheidung, ob ein bewegliches Objekt durch ein Tor mit einer durch das Tor definierten Torfläche gebracht worden ist, wobei in der Torfläche oder parallel zu der Torfläche ein Innen-Magnetfeld messbar ist, das größer als ein außerhalb der Torfläche verlaufendes Außen-Magnetfeld ist, mit einem Schritt des Erzeugens des Innen-Magnetfelds in dem Tor, einem Schritt des Liefers einer Information über ein Magnetfeld, das das bewegliche Objekt erfährt und einem Schritt des Auswertens der Information über das Magnetfeld, um eine Torausage zu liefern mittels einer Detektion, dass das bewegliche Objekt das Innen-Magnetfeld durchlaufen hat.

Konzept zur Torentscheidung mittels MagnetfeldernBeschreibung

5

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Konzept zur Torentscheidung mittels Magnetfeldern, wie es beispielsweise beim Fußball zur Torentscheidung eingesetzt werden kann.

10 Seit geraumer Zeit besteht bei unterschiedlichen Interessengruppen das Anliegen, bewegte Objekte bzw. Personen in ihrem Bewegungsablauf studieren bzw. diesen nachvollziehen zu können, was die exakte Angabe der Position des Objekts örtlich und zeitlich voraussetzt. Von besonderem Interesse
15 sind hierbei unter anderem Spielbälle insbesondere in kommerzialisierten Sportarten, wie z.B. die im dreidimensionalen Raum hoch beschleunigten Fußbälle ebenso wie Tennis- oder Golfbälle. Die Fragestellung, wer das bespielte Objekt zuletzt berührt hat, wie es getroffen wurde und ob es eine
20 Torlinie überschritten hat, kann dabei abhängig von der Spielart für den Ausgang des Spiels entscheidend sein.

Spielgeräte, die im Hochleistungssport eingesetzt werden wie z.B. Tennisbälle, Golfbälle, Fußbälle und dergleichen,
25 lassen sich inzwischen auf extrem hohe Geschwindigkeiten beschleunigen, so dass die Erfassung des Objekts während der Bewegung eine sehr differenzierte Technologie erfordert. Die bislang eingesetzten technischen Mittel - vorwiegend Kameras - genügen den oben dargestellten Erfordernissen nicht oder nur ungenügend; auch die bislang bekannten
30 Verfahren zur Positionsbestimmung mittels unterschiedlicher Sender- und Empfängerkombinationen lassen noch einen großen Spielraum bezüglich der räumlichen Auflösung der Positionsangaben, bezüglich der Handhabbarkeit der benötigten Sender/Empfängerkomponenten und vor allem bezüglich der Auswertung der mittels Sender/Empfängersystem erhaltenen
35 Daten, so dass eine schnellstmögliche Bewertung der aus

diesen Daten erhaltenen Ergebnisse noch nicht möglich ist oder zumindest sehr aufwendig ist.

5 Nicht nur im kommerziellen Sport, in dem bewegliche Spielgeräte eingesetzt werden können, sondern auch im privaten Bereich sind die Benutzer immer mehr an elektronische Geräte gewohnt, die diverse Informationen anzeigen, um einem Benutzer ein Feedback dahin gehend zu geben, wie er auf einen Gegenstand eingewirkt hat, oder um ihm Informati-
10 onen darüber zu geben, wo sich beispielsweise ein Spielgerät befindet.

Eine Vielzahl von Aufgaben, wie beispielsweise die Torentscheidung bei einem Fußballspiel, setzt eine Kenntnis von
15 Position und/oder Orientierung von einem beweglichen Objekt bzw. einem Ball voraus. Beim Fußballspiel ist eines der umstrittensten Themen, ob in kritischen Situationen der Ball die Torlinie überschritten hat oder nicht. Hierzu ist es notwendig, dass die Position des Balls an der Torlinie
20 mit einer Genauigkeit von ca. +/- 1,5 cm gemessen werden kann. Außerdem dürfen Einflüsse von Personen, die sich nahe des Balls bewegen bzw. den Ball abdecken, keine Rolle spielen.

25 Es existieren zahlreiche Verfahren, mit denen eine Torentscheidung eines Schiedsrichters nachvollzogen werden kann. Diese Verfahren basieren beispielsweise auf optischen zweidimensionalen oder dreidimensionalen Sensoren mit einem Auswertesystem, auf einer Ausnutzung des bekannten Radar-
30 prinzipts oder auf einem Prinzip der Funklokalisierung.

Eine Auswertung von Videoaufzeichnungen beispielsweise mit Torkameras ist im Allgemeinen sehr aufwendig, und oft ergeben sich durch eine Zweidimensionalität der Bildebenen-
35 systeme verfälschte Werte.

Bei dem Prinzip der Funklokalisierung wird ein bewegliches Objekt bzw. der Ball durch elektromagnetische Wellenaus-

breitung lokalisiert. Dabei wird beispielsweise ein Empfänger bzw. Sender in den Ball integriert bzw. an dem Ball angebracht, der bei Anfrage Daten an eine zentrale Sende-/Empfangsvorrichtung schicken kann. Die Position des Balls
5 kann danach beispielsweise aus Signallaufzeiten bzw. aus Differenzen zwischen wenigstens zwei an unterschiedlichen Antennen empfangenen Signalen berechnet werden. Ein Nachteil der Funklokalisierung besteht beispielsweise in einer Abschattung und/oder in einer Reflexion elektromagnetischer
10 Wellen durch bestimmte Hindernisse, wie beispielsweise Personen. Dadurch erreichen Systeme basierend auf einer Funklokalisierung nicht die für eine Torentscheidung beim Fußball benötigte Genauigkeit.

15 Wie bereits beschrieben, basieren derzeitige Lokalisationsverfahren beispielsweise auf optischen Sensoren mit einem Auswertesystem (Videoauswertesystem) oder sie basieren auf dem Einsatz von RF-Transpondern in und außerhalb des beweglichen Objekts bzw. des Balls. Solche Lokalisationsverfahren
20 zur Torentscheidung ziehen hohe Investitions- und Wartungskosten, Empfindlichkeit gegenüber Umweltbedingungen und einen großen Aufwand zur Anpassung der Auswertealgorithmen nach sich. Für eine Nahbereichslokalisierung, d.h. eine Positionsbestimmung von einem Objekt innerhalb eines
25 kleinen Bereichs, sind Systeme, die eine Funklokalisierung nutzen, nicht geeignet, da bei einer geringen geometrischen Ausdehnung Unterschiede von verschiedenen Signallaufzeiten kaum noch messbar sind. Die Anforderungen an Systeme zur Lokalisierung eines beweglichen Objekts werden also von
30 diesem Verfahren in Bezug auf Wirtschaftlichkeit, Robustheit, Taktzeit und Objektunabhängigkeit für eine exakte Positionsbestimmung zur Torentscheidung, beispielsweise in einem Bereich von wenigen Zentimetern, nicht bzw. nur unzureichend erfüllt.

35

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, ein verbessertes Konzept zur Torentscheidung zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1, eine Vorrichtung gemäß Anspruch 13 und durch Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 30 gelöst.

- 5 Die Erkenntnis der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass eine Torentscheidung getroffen werden kann, indem ein Spielgerät bzw. ein Ball in der Nähe des Tores mittels eines Magnetfeldsensors ein statisches Magnetfeld vermisst, das von einem der geometrischen Form des Tores angepassten
10 U-förmigen bzw. hufeisenförmigen Magneten in der Torfläche oder parallel zur Torfläche erzeugt wird. Dabei ist das in der Torfläche oder parallel zur Torfläche erzeugte Magnetfeld bzw. Innen-Magnetfeld größer als ein außerhalb der Torfläche herrschendes Außen-Magnetfeld (z.B. Erdmagnetfeld). Über die gemessene Intensität des Innen-Magnetfeldes, das gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung sein Betragsmaximum in der Torebene bzw. Torfläche aufweist, kann eine Entscheidung darüber getroffen werden, ob ein bewegliches Objekt bzw. ein Ball
15 die Torlinie überschritten hat oder nicht.
20

- Dazu weist gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ein Tor hohle Seitenpfosten und eine hohle Querlatte auf, in denen jeweils ferromagnetische Kerne angebracht sind. Dabei sind die ferromagnetischen Kerne in den
25 Seitenpfosten und in der Querlatte vorzugsweise durchgängig angeordnet. Um wenigstens einen der ferromagnetischen Kerne ist dabei eine Spule gewickelt, welche zur Erzeugung des statischen Innen-Magnetfeldes bestromt werden kann. Wird
30 die Spule bestromt, so bildet sich in der Torfläche ein zumindest näherungsweise homogenes Magnetfeld aus. Dabei ähnelt das Magnetfeld dem eines Hufeisenmagneten. Wird ein Ball, der gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung mit einem dreidimensionalen Magnetfeldsensor
35 ausgestattet ist, durch die durch die Seitenpfosten und die Querlatte begrenzte Torfläche gebracht, so wird der Magnetfeldsensor des Balls beim Überschreiten der Torlinie ein Maximum der Magnetfeldintensität messen. Dabei befindet

sich der Ball zum Zeitpunkt des Messens des Maximums des Magnetfeldes beispielsweise genau in der durch die Torlinie und das Tor aufgespannten Ebene.

- 5 Wird gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung das Magnetfeld derart erzeugt, dass sich sein Betragsmaximum genau in der durch das Tor und die Torlinie aufgespannten Ebene befindet, so benötigt man für eine eindeutige Torentscheidung gemäß einem Ausführungsbeispiel
- 10 der vorliegenden Erfindung eine weitere Zusatzbedingung. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist diese Zusatzbedingung eine Bewegungsrichtung des Balls. Durch Ausnutzung des Doppler-Effekts wird festgestellt, ob sich ein Ball vom Spielfeld weg ins Tor bewegt oder vom Tor
- 15 weg in Richtung Spielfeld. Dazu weist der Ball gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung einen Funk-sender auf, so dass Frequenzverschiebungen eines Trägersignals aufgrund des Doppler-Effekts gemessen werden können.
- 20 Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird das Magnetfeld bzw. das Innen-Magnetfeld parallel zur Torfläche hinter der Torlinie erzeugt. Dies kann gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dadurch erreicht werden, dass beispielsweise
- 25 lediglich die Rückseite des Tors, d.h. die Rückseite der Seitenpfosten und der Querlatte, mit einem ferromagnetischen Material beschichtet werden. Dadurch entsteht bezüglich der Torlinie eine Unsymmetrie in der Feldverteilung. D.h. das Betragsmaximum des Magnetfeldes bildet sich nicht
- 30 auf, sondern hinter der Torlinie. Diese Unsymmetrie kann erfindungsgemäß ausgenutzt werden, um eine eindeutige Torentscheidung zu treffen.

- Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass
- 35 vorab keine Kalibrierung des Systems zur Torentscheidung vorgenommen werden muss. Eine Torentscheidung kann aufgrund einer Betrachtung eines zeitlichen Verlaufs der gemessenen magnetischen Feldstärke in Tornähe getroffen werden. Wird

beispielsweise ein Maximum der gemessenen magnetischen Feldstärke detektiert, so liegt damit eine hinreichende Bedingung für ein Ereignis „Tor“ vor.

- 5 Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass das erfindungsgemäße System sehr einfach zu realisieren ist. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vor-
- 10 liegenden Erfindung können dazu beispielsweise hohle Torpfosten und eine hohle Querlatte mit ferromagnetischen Kernen versehen werden, um mittels einer um die ferromagnetischen Kerne gewickelten Spule in der Torfläche ein homogenes statisches Magnetfeld zu erzeugen. Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung könnte in die Torpfosten und die Querlatte bzw. in einen Bereich
- 15 unterhalb der Torlinie auch ein hufeisenförmiger Permanentmagnet eingebracht werden, um einen „Magnetfeldvorhang“ innerhalb der Torfläche zu erzielen.

20 Damit besteht mit dem erfindungsgemäßen Konzept die Möglichkeit zur Torentscheidung basierend auf einer Betrachtung des zeitlichen Verlaufs eines Magnetfeldes in Tornähe.

Somit weisen Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung den Vorteil auf, dass eine Torentscheidung beispielsweise ohne Eingriff in den Spielbetrieb eines Ballspiels erfolgen kann.

Des weiteren ist das erfindungsgemäße Konzept zur Torentscheidung mittels Magnetfeldern beispielsweise gegenüber

30 Personen tolerant, d.h. Einflüsse von Personen, die sich nahe des beweglichen Objekts bzw. des Balls bewegen bzw. das bewegliche Objekt abdecken, spielen keine Rolle.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden

35 Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Erzeugen eines magnetischen Feldes in einem Tor, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- 5
- Fig. 2 eine schematische Frontansicht eines Fußballtors mit einem ferromagnetischen Material in den Torpfosten und der Querlatte, wobei das ferromagnetische Material von einer Spule umwickelt ist, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- 10
- Fig. 3 einen schematischen Verlauf der von der Vorrichtung gemäß Fig. 2 erzeugten magnetischen Feldstärke in einem Bereich um die Torlinie;
- 15
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Erzeugen eines magnetischen Feldes parallel zur Torfläche gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- 20
- Fig. 5 eine schematische Darstellung des von der Vorrichtung gemäß Fig. 4 erzeugten Magnetfeldes in einem Bereich um die Torlinie;
- 25
- Fig. 6 eine schematische Darstellung einer kritischen Torentscheidung, wobei ein Ball einmal knapp hinter der Torlinie und einmal knapp vor der Torlinie auftrifft;
- 30
- Fig. 7a eine schematische Darstellung des zeitlichen Verlaufs eines Magnetfeldes bei einer in Fig. 6 gezeigten Torsituation;
- 35
- Fig. 7b eine schematische Darstellung des zeitlichen Verlaufs eines Magnetfeldes bei der in Fig. 6 gezeigten Torsituation gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 8 eine schematische Darstellung einer Vorgehensweise zur Geschwindigkeitsmessung eines Balls mittels des Doppler-Effekts gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 9 eine Vorrichtung zum Feststellen, ob ein bewegliches Objekt durch ein Tor mit einer durch das Tor definierten Torfläche gebracht worden ist, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Bezüglich der nachfolgenden Beschreibung sollte beachtet werden, dass bei den unterschiedlichen Ausführungsbeispielen gleich oder gleich wirkende Funktionselemente gleiche Bezugszeichen aufweisen und somit die Beschreibungen dieser Funktionselemente in den verschiedenen in den nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispielen untereinander austauschbar sind.

Im Nachfolgenden wird der Begriff „Signal“ für Ströme oder Spannungen gleichermaßen verwendet, es sei denn, es ist explizit etwas anderes angegeben.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 100 zum Erzeugen eines magnetischen Feldes in einem Tor, beispielsweise einem Fußballtor, mit einer durch das Tor definierten begrenzten Torfläche, durch die ein beweglicher Gegenstand zu bringen ist, um ein Tor zu erzielen. Die Vorrichtung 100 weist einen ersten Bereich 110 mit einem ferromagnetischen Material, einen zweiten Bereich 120 mit einem ferromagnetischen Material und einen dritten Bereich 130 mit einem ferromagnetischen Material auf.

Ein in Fig. 1 nicht gezeigtes Tor weist im Allgemeinen vier Begrenzungen auf. Eine Begrenzung ist durch einen ersten Seitenpfosten gegeben, eine weitere Begrenzung durch einen

zweiten Seitenpfosten, eine zusätzliche Begrenzung durch eine Querlatte und eine weitere Begrenzung eines Tors ist durch eine Torlinie gegeben. Im Allgemeinen ist der erste Bereich 110 der Vorrichtung 100 einer ersten Begrenzung des Tors zugeordnet, der zweite Bereich 120 der Vorrichtung 100 ist einer zweiten Begrenzung des Tors zugeordnet und der dritte Bereich 130 der Vorrichtung 100 ist einer dritten Begrenzung des Tors zugeordnet. Das ferromagnetische Material kann also beispielsweise innerhalb der Torbegrenzungen, an den Torbegrenzungen oder in einer gewissen Entfernung zu den Torbegrenzungen angebracht sein.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung befinden sich die drei Bereiche 110 - 130 innerhalb bzw. unmittelbar an drei Begrenzungen des Tors, um ein zumindest näherungsweise homogenes Magnetfeld in einer durch die Torfläche und die Torlinie aufgespannten Ebene zu erzeugen.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung könnte die Vorrichtung 100 dazu einen U-förmigen bzw. hufeisenförmigen Permanentmagneten umfassen.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist die Vorrichtung 100 eine Spule auf, die dem ersten 110, zweiten 120 oder dritten Bereich 130 zugeordnet ist, wobei die Spule und der erste 110, zweite 120 und dritte Bereich 130 so angeordnet sind, dass sich geschlossene magnetische Feldlinien ergeben, die einen Teil haben, der sich in der Torfläche oder parallel zur Torfläche befindet, und deren restliche Teile durch den ersten 110, zweiten 120 und dritten Bereich 130 geführt werden. Die Bereiche sind also U-förmig bzw. hufeisenförmig angeordnet. Um eine Reichweite bzw. Stärke des mit der Spule erzeugten Magnetfeldes variieren zu können, weist die Vorrichtung 100 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ferner eine Einrichtung zum Erzeugen von Spulenaktivierungssignalen auf, die ausgebildet ist, um die Spulenaktivierungssignale mit einer unterschiedlichen

Intensität, d.h. also beispielsweise Spulenströme unterschiedlicher Stärke zu erzeugen.

Dazu zeigt Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden
5 Erfindung. Fig. 2 zeigt eine Frontansicht eines Fußballtors
200 mit einem ersten Seitenpfosten 200a, einem zweiten
Seitenpfosten 200b und einer Querlatte 200c. Das Fußballtor
200 befindet sich auf einer Torlinie 210. Weiterhin weist
das Fußballtor 200 einen Kern 220 mit einem ersten, zweiten
10 und dritten Bereich aus ferromagnetischem Material auf. Der
ferromagnetische Kern 220 ist ferner mit einer Spule 230
umwickelt, um in der von der Torlinie 210 und dem Fußball-
tor 200 aufgespannten Ebene ein zumindest näherungsweise
homogenes Innen-Magnetfeld zu erzeugen, dessen Feldlinien
15 exemplarisch mit dem Bezugszeichen 240 versehen sind.

Das Tor 200 weist vier Begrenzungen auf. Eine erste Begren-
zung bildet der erste Seitenpfosten 200a, eine zweite
Begrenzung bildet der zweite Seitenpfosten 200b und eine
20 dritte Begrenzung bildet die Querlatte 200c. Schließlich
ist eine vierte Begrenzung durch die Torlinie 210 gegeben.
Das ferromagnetische Material in der ersten Begrenzung bzw.
dem ersten Seitenpfosten 200a bildet den ersten Bereich 110
der Vorrichtung 100 zum Erzeugen des magnetischen Feldes.
25 Das ferromagnetische Material in der zweiten Begrenzung
bzw. dem zweiten Pfosten 200b des Tors 200 bildet den
zweiten Bereich 120 der Vorrichtung 100 zum Erzeugen des
magnetischen Feldes. Schließlich bildet das ferromagneti-
sche Material in der Querlatte bzw. der dritten Begrenzung
30 des Tors 200 den dritten Bereich 130 der Vorrichtung zum
Erzeugen des magnetischen Feldes.

In dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel der vorlie-
genden Erfindung ist die Spule 230 dem dritten Bereich 130
35 der Vorrichtung 100 bzw. der Querlatte 200c zugeordnet.
Wird an die Spule eine Spannung angelegt bzw. wird die
Spule 230 bestromt, so entsteht ein Verlauf magnetischer
Feldlinien wie bei einem Hufeisenmagneten, wie es in Fig. 2

durch Bezugszeichen 240 angedeutet ist. Zwischen den beiden Seitenpfosten 200a und 200b entsteht ein zumindest näherungsweise homogener Feldlinienverlauf. Die Feldlinien zwischen den beiden Seitenpfosten 200a, 200b schließen sich
5 über den ferromagnetischen Kern 220 des Tors 200. Außerhalb des Tors 200 wird daher so gut wie kein zusätzliches Magnetfeld erzeugt. In der Regel wird daher außerhalb des Fußballtors 200 lediglich das schwache Erdmagnetfeld vorherrschen. Innerhalb der Torfläche wird ein Innen-
10 Magnetfeld erzeugt, das sich dem Erdmagnetfeld außerhalb der Torfläche überlagert. Bei einer ausreichenden Bestromung der Spule 230 entsteht somit innerhalb der Torfläche eine Art Magnetfeldvorhang, der von einem beweglichen Objekt bzw. einem Ball durchdrungen wird, falls ein Tor
15 fällt.

Weist ein Ball beispielsweise einen dreidimensionalen Magnetfeldsensor in seinem Inneren auf, so wird dieser Magnetfeldsensor beim Durchdringen des Magnetfeldvorhangs
20 in der Torfläche einen maximalen Betrag der magnetischen Feldstärke messen. Dieser Zusammenhang soll im Nachfolgenden anhand von Fig. 3 verdeutlicht werden.

Fig. 3 zeigt einen Verlauf 300 einer magnetischen Feldstärke $|B|$ in einem Bereich um die Torfläche. Dabei kennzeichnet die $|B|$ -Achse bei $x=0$ die Torfläche. Die x -Achse weist in Richtung Spielfeld.
25

Nähert sich ein Ball dem Tor 200 von Seiten des Spielfeldes, also in negativer x -Richtung, so wird ein in dem Ball angebrachter dreidimensionaler Magnetfeldsensor einen Feldstärkeverlauf messen, der exemplarisch in Fig. 3 gezeigt ist. Bis zum Erreichen der Torlinie bzw. der Torfläche bei $x=0$ wird die magnetische Feldstärke kontinuierlich
30 anwachsen, um in der Torfläche bei $x=0$ ihr Maximum zu erreichen. Nach Durchqueren der Torfläche bzw. der Torlinie wird das Magnetfeld wieder kontinuierlich fallen.
35

Der in Fig. 3 gezeigte symmetrische Feldstärkeverlauf ergibt sich dann, wenn das zumindest näherungsweise homogene magnetische Feld in der Torfläche 310 erzeugt wird, wie beispielsweise bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung könnte sich das ferromagnetische Material auch in der Querlatte 200c, einem der beiden Seitenpfosten 200a oder 200b und in einem Bereich unterhalb der Torlinie 210 parallel zur Querlatte 200c befinden. Die dabei entstehenden Feldlinien innerhalb der Torfläche wären nicht parallel zur Querlatte 200c, sondern parallel zu den beiden Seitenpfosten 200a, 200b. Im Vergleich zu der geringeren Höhe eines Fußballtors im Vergleich zu dessen Breite sind damit bei diesem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bei gleicher Bestromung der Spule 230 größere Feldstärken innerhalb der Torfläche erzielbar als bei dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Durch den um die Torlinie bzw. die Torfläche symmetrischen Feldstärkeverlauf, so wie er in Fig. 3 gezeigt ist, können sich in kritischen Torsituationen (z.B. „Wembley-Tor“) Mehrdeutigkeiten ergeben, die nur dann aufgelöst werden können, wenn zusätzlich zum zeitlichen Verlauf der magnetischen Feldstärke eine weitere Zusatzbedingung geprüft wird. Auf diesen Sachverhalt wird im Nachfolgenden noch anhand der Fig. 6 - 7b eingegangen.

Eine Betrachtung einer Zusatzbedingung zusätzlich zum zeitlichen Verlauf des Magnetfeldes kann umgangen werden, wenn bezüglich der Torlinie bzw. der Torfläche ein unsymmetrischer Verlauf der magnetischen Feldstärke erzeugt wird. Dies kann gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dadurch erreicht werden, indem ein Magnetfeld parallel zur Torfläche hinter der Torlinie mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 zum Erzeugen eines magnetischen Feldes erzeugt wird. Dazu zeigt Fig. 4 eine schema-

tische perspektivische Darstellung einer Vorrichtung 100 zum Erzeugen eines magnetischen Feldes parallel zur Torfläche hinter der Torlinie.

5 Fig. 4 zeigt ein Tor 200 mit einem ersten Seitenpfosten 200a, einem zweiten Seitenpfosten 200b und einer Querlatte 200c. Das Tor 200 befindet sich auf einer Torlinie 210. Hinter der Torlinie 210 ist in einem Abstand d eine Vor-
richtung 100 zum Erzeugen eines magnetischen Feldes vorge-
10 sehen. Die Vorrichtung 100 weist einen ersten Bereich 110 mit einem ferromagnetischen Material, einen zweiten Bereich 120 mit einem ferromagnetischen Material und einen dritten Bereich 130 mit einem ferromagnetischen Material auf. Des Weiteren weist die Vorrichtung eine Spule 230 auf, die dem
15 dritten Bereich 130 zugeordnet ist bzw. um den dritten Bereich 130 gewickelt ist. Der erste Bereich 110 der Vorrichtung 100 ist dem ersten Seitenpfosten 200a zugeordnet, der zweite Bereich 120 der Vorrichtung 100 ist dem zweiten Seitenpfosten 200b des Tores 200 zugeordnet und der dritte
20 Bereich 130 der Vorrichtung 100 ist der Querlatte 200c des Tores 200 zugeordnet. Dabei sind die Abmessungen der Vorrichtung 100 mindestens so groß wie die Abmessungen des Fußballtors 200, um ein Eintreten des Ereignis „Tor“ möglichst nicht zu behindern.

25 Wird die Spule 230 bestromt, ergeben sich gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung geschlossene magnetische Feldlinien, die einen Teil haben, der sich parallel zur Torfläche in einem Abstand d hinter der Torli-
30 nie 210 befindet und deren restliche Teile durch den ersten 110, zweiten 120 und dritten Bereich 130 der Vorrichtung 100 geführt werden.

Im Vergleich zu der in Fig. 2 gezeigten Anordnung ergibt
35 sich durch das Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gemäß Fig. 4 ein Verlauf der magnetischen Feldstärke, der bezüglich der Torfläche bzw. der Torlinie 210 unsymmetrisch ist. Dieser Sachverhalt ist in Fig. 5 gezeigt.

Fig. 5 zeigt einen Verlauf der magnetischen Feldstärke des durch die Anordnung gemäß Fig. 4 erzeugten Magnetfeldes. Der durch die Vorrichtung 100 samt Spule 230 gebildete Hufeisenmagnet befindet sich im Abstand d hinter der Torlinie 210 bzw. der Querlatte 200c. Bewegt sich ein Ball auf das Tor 200 zu, so erfährt er einen Anstieg der magnetischen Feldstärke bis hin zu einem Maximum, das sich in dem Abstand d hinter der Torlinie 210 befindet. Nach Erreichen des Maximums der magnetischen Feldstärke hat der Ball den Magnetfeldvorhang passiert, woraufhin die magnetische Feldstärke wieder sinkt.

Befindet sich ein Magnetfeldsensor, vorzugsweise ein dreidimensionaler Magnetfeldsensor, im Mittelpunkt eines Balls und beträgt der Abstand d beispielsweise den halben Durchmesser des Balls, so detektiert der Magnetfeldsensor im Ball das Maximum der magnetischen Feldstärke genau dann, wenn sich der Ball vollständig hinter der Torlinie 210 befindet. Solange also kein Maximum detektiert wurde, kann davon ausgegangen werden, dass auch kein Tor gefallen ist.

Eine Torentscheidung mittels des erfindungsgemäßen Konzepts wird im Allgemeinen dann notwendig sein, wenn es für einen Schiedsrichter nicht erkennbar ist, ob sich ein Ball hinter der Torlinie befindet oder nicht. Solche Szenarien sind beispielsweise dann denkbar, wenn ein Torwart den Ball fängt, es aber nicht sicher ist, ob der Torwart den Ball vor der Torlinie gefangen hat. Ein weiteres Szenario ergibt sich beispielsweise dann, wenn ein Ball von der Unterkante der Querlatte abprallt und dann innerhalb von Sekundenbruchteilen entweder kurz hinter oder kurz vor der Torlinie landet. In solchen Fällen ist es für einen Schiedsrichter selbst mit Videoaufzeichnungen oftmals nicht möglich zu entscheiden, ob ein Tor gefallen ist oder nicht.

Das letztere Szenario ist schematisch in Fig. 6 gezeigt. Fig. 6 zeigt eine Querlatte 200c, unter der sich die Torli-

nie 210 befindet. Die in Fig. 6 gezeigte x-Achse zeigt in Richtung vom Tor weg, d.h. in Richtung Spielfeld. In einem ersten Szenario prallt ein Ball 600 von der Querlatte 200c in einem Winkel $+\alpha$ relativ zur Torfläche ab und landet in
5 Richtung des Spielfelds, also vor der Torlinie 210 auf dem Boden. In einem zweiten Szenario prallt der Ball 600 genau entgegengesetzt im Winkel $-\alpha$ relativ zur Torfläche von der Querlatte 200c ab und landet hinter der Torlinie 210 im Tor.

10

Ist der Betrag des Winkels α hinreichend klein, so ist es in einem Spielbetrieb mit bloßem Auge kaum möglich zu entscheiden, ob der Ball 600 vor oder hinter der Torlinie 210 aufprallt.

15

Mit dem erfindungsgemäßen Konzept ist es nun jedoch möglich zu entscheiden, ob der Ball 600 die Torlinie 210 überschritten hat oder nicht. Im Folgenden sei das Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gemäß Fig. 4 zugrundegelegt. Das erzeugte magnetische Feld bzw. der erzeugte
20 magnetische Vorhang befindet sich dabei parallel zur Torfläche in einem Abstand d hinter der Torlinie 210.

Fig. 7a zeigt die sich für die in Fig. 6 dargestellten
25 Szenarien ergebenden Verläufe der magnetischen Feldstärke aufgetragen über der Zeit t . Die mit Bezugszeichen 700 gekennzeichnete gestrichelte Kurve beschreibt das erste Szenario, in dem der Ball mit hoher Geschwindigkeit v aus Richtung vom Spielfeld an die Querlatte 200c geschossen wird und von dieser in einem Winkel $+\alpha$ relativ zur Torfläche abprallt und vor der Torlinie 210 landet. In diesem ersten Szenario fällt also kein Tor. Die mit Bezugszeichen 710 gekennzeichnete Kurve beschreibt den zeitlichen Verlauf der magnetischen Feldstärke für das zweite Szenario, in dem
30 der Ball mit hoher Geschwindigkeit v aus Richtung vom Spielfeld gegen die Torlatte 200c geschossen wird, von dieser in einem Winkel $-\alpha$ relativ zur Torfläche nach unten

35

knapp hinter die Torlinie 210 abprallt. In diesem zweiten Szenario fällt also ein Tor.

5 Bis zu einem Zeitpunkt t_0 liegen die beiden zeitlichen Verläufe der gemessenen magnetischen Feldstärken 700 und 710 deckungsgleich übereinander. Bis zu dem Zeitpunkt t_0 nähert sich der Ball aus Richtung vom Spielfeld der Querlatte 200c und damit der durch die Querlatte 200c und die Torlinie 210 aufgespannten Torfläche. Wie im Vorhergehenden
10 bereits beschrieben wurde, durchläuft der Ball dabei einen Bereich ansteigender magnetischer Feldstärke. Zum Zeitpunkt t_0 prallt der Ball 600 in beiden Szenarien an die Querlatte 200c.

15 In dem ersten Szenario, d.h. dem Szenario, in dem kein Tor fällt, prallt der Ball 600 zum Zeitpunkt t_0 so von der Querlatte 200c ab, dass sich das Vorzeichen der x-Komponente v_x der Geschwindigkeit v umkehrt. Dadurch durchläuft der Ball das Magnetfeld in entgegengesetzter Richtung. Dadurch, dass der Betrag $|v_x|$ der Geschwindigkeitskomponente v_x kleiner ist als vor dem Aufprall an die
20 Querlatte 200c, durchläuft der Ball das Magnetfeld natürlich langsamer. Dieser Sachverhalt ist in Fig. 7a angedeutet.

25

In dem zweiten Szenario prallt der Ball 600 zum Zeitpunkt t_0 derart von der Querlatte 200c ab, dass eine Torsituation entsteht. Durch den Aufprall auf die Querlatte 200c ändert sich zwar der Betrag $|v_x|$ der Geschwindigkeitskomponente v_x , das Vorzeichen der Geschwindigkeitskomponente v_x wech-
30 selt jedoch im Vergleich zu vor dem Aufprall nicht das Vorzeichen. Aufgrund des Maximums des Magnetfeldes im Abstand d hinter der Torlinie 210 erfährt der Ball in dem zweiten Szenario nach dem Aufprall weiterhin ein steigendes
35 Magnetfeld, wie es in Fig. 7a durch die Kurve 710 angedeutet ist. Auch hier wird sich durch den Aufprall der Betrag $|v_x|$ der Geschwindigkeitskomponente v_x verringern, so dass zum Zeitpunkt t_0 eine Unstetigkeitsstelle in der Steigung

$d|B|/dt$ der Magnetfeldkurve 710 zu erkennen ist. Erst nachdem der Ball das Maximum der Kurve 710 erreicht hat, hat der Ball die Torlinie 210 mit seinem vollen Durchmesser überschritten und ein Ereignis „Tor“ kann angezeigt werden.

5

Mit einer unsymmetrischen Anordnung des Magnetfeldvorhangs bzgl. der Torlinie bzw. der Torfläche kann also eine eindeutige Torentscheidung getroffen werden. Es kann jedoch vorkommen, dass eine solche unsymmetrische Anordnung des
10 Magnetfeldvorhangs nicht möglich ist, weil beispielsweise zusätzliche Vorrichtungen hinter einem Tor von einem Reglement nicht erlaubt werden. In einem solchen Fall können die ferromagnetischen Bereiche beispielsweise innerhalb der Torbegrenzungen bzw. der Torpfosten, der Querlatte oder
15 einem Bereich unterhalb der Torlinie angebracht werden, was jedoch einen zumindest näherungsweise symmetrischen Feldstärkeverlauf bzgl. der Torlinie zur Folge hat.

Wird das Magnetfeld beispielsweise mit einer in Fig. 2
20 gezeigten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erzeugt, liegt das Maximum des magnetischen Feldes also in der Torfläche, so ergeben sich für die anhand von Fig. 6 erläuterten Szenarien die in Fig. 7b dargestellten zeitlichen Verläufe der magnetischen Feldstärke.

25

Die gestrichelte Kurve 720 beschreibt das erste Szenario, in dem es zu keinem Tor kommt, die durchgezogene Kurve 730 bezieht sich auf das zweite Szenario, in dem der Ball 600 hinter der Torlinie 210 landet und somit ein Torereignis
30 eintritt. In beiden Szenarien erfährt der Ball 600 bis zum Aufprall auf die Querlatte 200c zum Zeitpunkt t_0 einen Anstieg der magnetischen Feldstärke bis hin zu einem Maximum, welches in der Torfläche, d.h. in der durch die Torlinie 210 und die Querlatte 200c aufgespannte Fläche, existiert. Da sich der Ball 600 in beiden Szenarien mit der
35 betragsmäßig gleichen, jedoch vorzeichenmäßig unterschiedlichen Geschwindigkeitskomponente v_x nach dem Aufprall zum Zeitpunkt t_0 weiterbewegt und das Innen-Magnetfeld symmet-

risch um die Torfläche ausgebildet ist, ist der von einem Magnetfeldsensor in dem Ball gemessene zeitliche Verlauf der magnetischen Feldstärke für beide Szenarien praktisch identisch. Ohne ein Hinzuziehen einer Zusatzbedingung, wobei sich die Zusatzbedingung von dem Innen-Magnetfeld unterscheidet, ist eine Torentscheidung hier also nicht ohne Weiteres möglich.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung liefert die Zusatzbedingung einen Hinweis darauf, von welcher Seite sich das bewegliche Objekt bzw. der Ball 600 dem Tor 200 nähert bzw. sich vom Tor entfernt. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung befindet sich in dem Ball 600 ein dreidimensionaler Magnetfeldsensor und ein Funksender, der zur Übertragung der gemessenen Feldstärken an eine zentrale Auswertevorrichtung dient. Um eine Aussage treffen zu können, ob sich der Ball 600 von dem Tor 200 weg bzw. auf das Tor zu bewegt, wird gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung der Doppler-Effekt ausgenutzt. Als Doppler-Effekt bezeichnet man die Veränderung der Frequenz von Wellen jeder Art, während sich eine Signalquelle auf einen Beobachter zu oder von diesem weg bewegt. Bei der Annäherung erhöht sich die Frequenz, im umgekehrten Fall verringert sie sich. Sendet der Ball 600 also ein Trägersignal mit einer Frequenz f_c und bewegt sich der Ball 600 auf das Tor 200 zu, so erfährt beispielsweise ein hinter dem Tor befindlicher Empfänger eine Frequenzverschiebung $\Delta f > 0$ gegenüber der Trägerfrequenz f_c . Bewegt sich der Ball hingegen vom Tor weg, so erfährt der hinter dem Tor befindliche Empfänger eine Frequenzverschiebung $\Delta f < 0$ gegenüber der Trägerfrequenz f_c . Dieser Zusammenhang ist in Fig. 8 schematisch dargestellt.

Fig. 8 zeigt ein schematisches Frequenzdiagramm mit vier Spektrallinien 800, 810, 820, 830. Die Spektrallinie 800 bei der Frequenz f_c bedeutet beispielsweise die Trägerfrequenz des Funksenders des Balls 600, die Spektrallinie 810

bei der Frequenz $f_c + \Delta f_D$ bedeutet eine um eine mittlere Dopplerfrequenzverschiebung Δf_D verschobene Trägerfrequenz des Funksenders des Balls 600. Die Spektrallinie 820 bei der Frequenz $f_c + \Delta f_{D,\min}$ bedeutet eine um eine minimale Dopplerfrequenzverschiebung $\Delta f_{D,\min}$ verschobene Trägerfrequenz des Funksenders des Balls 600 und die Spektrallinie 830 bei der Frequenz $f_c + \Delta f_{D,\max}$ bedeutet eine um eine maximale Dopplerfrequenzverschiebung $\Delta f_{D,\max}$ verschobene Trägerfrequenz des Funksenders des Balls 600.

10

Bewegt sich der Ball 600 auf das Tor 200 zu, so empfängt ein hinter dem Tor 200 befindlicher Empfänger ein in der Frequenz verschobenes Signal. Dabei hängt der Betrag $|\Delta f_D|$ der Frequenzverschiebung ab von einem Winkel zwischen einem Bewegungsvektor $\vec{v}$ des Balls und der Verbindungslinie vom Sender zum Empfänger, d.h. also vom Ball 600 zum Empfänger. Der Ball 600 wird bei einem Schuss im Allgemeinen eine zusätzliche Rotation aufweisen. Diese Rotation verursacht eine periodische Oszillation der vom Empfänger empfangenen Frequenz um eine mittlere Dopplerverschiebung Δf_D , wie es in Fig. 8 gezeigt ist. Durch die Rotation enthält man ein aufgeweitetes Dopplerspektrum mit einer Bandbreite von $(\Delta f_{D,\max} - \Delta f_{D,\min})$ um eine Mittenfrequenz $(f_c + \Delta f_D)$. Dabei hängen Symmetrieeigenschaften des Dopplerspektrums von der Rotation des Balls ab. Weist die mittlere Dopplerfrequenz Δf_D einen positiven Wert auf, so bewegt sich der Ball 600 auf den Empfänger bzw. das Tor 200 zu. Bei einem negativen Wert bewegt sich der Ball 600 von dem Empfänger bzw. dem Tor 200 weg.

30

Zieht man die Dopplerfrequenz, insbesondere die mittlere Dopplerfrequenz Δf_D , also als eine Zusatzbedingung zum zeitlichen Verlauf der Magnetfeldstärke heran, so kann mittels der Dopplerfrequenz zusammen mit dem zeitlichen Verlauf der magnetischen Feldstärke ermittelt werden, ob ein Tor gefallen ist oder nicht. Die Zusatzbedingung ist insbesondere dann notwendig, wenn der Verlauf der magnetischen Feldstärke symmetrisch ist, d.h. das Magnetfeld

35

beispielsweise von einer erfindungsgemäßen Vorrichtung erzeugt wird, wie sie in Fig. 2 gezeigt ist. Bei der in Fig. 3 gezeigten erfindungsgemäßen Vorrichtung kann auf die im Vorhergehenden beschriebene Zusatzbedingung aufgrund der
5 Unsymmetrie des Magnetfeldverlaufs um die Torlinie herum verzichtet werden.

Fig. 9 zeigt eine Vorrichtung 900 zum Feststellen, ob ein bewegliches Objekt durch ein Tor mit einer durch das Tor
10 definierten Torfläche gebracht worden ist. Die Vorrichtung 900 weist eine Einrichtung 910 zum Liefern einer Information über ein Magnetfeld auf, das das bewegliche Objekt erfährt. Ferner umfasst die Vorrichtung 900 zum Feststellen eine Einrichtung 920 zum Auswerten der Information über das
15 Magnetfeld, um eine Toraussage zu liefern. Dazu ist die Einrichtung 920 zum Auswerten mit der Einrichtung 910 zum Liefern der Information über das Magnetfeld gekoppelt.

In der Torfläche oder parallel zu der Torfläche ist ein
20 Innen-Magnetfeld messbar, das größer als ein außerhalb der Torfläche verlaufendes Außen-Magnetfeld ist, wie beispielsweise das Erdmagnetfeld.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung sind die Einrichtung 910 zum Liefern der
25 Information und die Einrichtung 920 zum Auswerten der Information über eine Funkstrecke miteinander gekoppelt. Dabei befindet sich die Einrichtung 910 zum Liefern der Information über das Magnetfeld, das das bewegliche Objekt erfährt, innerhalb des beweglichen Objekts bzw. des Balls.
30 Dabei kann die Einrichtung 910 zum Liefern der Information über das Magnetfeld beispielsweise einen dreidimensionalen Magnetfeldsensor umfassen, bei dem beispielsweise eine Digitalisierung der Messwerte auf einem Sensorchip bereits
35 integriert ist.

Die Einrichtung 920 zum Auswerten der Information über das Magnetfeld befindet sich gemäß einem bevorzugten Ausführungs-

rungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in einer zentralen Auswerteeinheit, die per Funk mit dem beweglichen Objekt bzw. der Einrichtung 910 zum Liefern der Information gekoppelt ist. Die Einrichtung 920 zum Auswerten der Information
5 über das Magnetfeld ist gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ausgebildet, um mittels des zeitlichen Verlaufs des Magnetfeldes eine Torentscheidung zu liefern.

10 Wie im Vorhergehenden bereits beschrieben wurde, kann gemäß Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung eine Torentscheidung aufgrund einer Detektierung eines Maximums des zeitlichen Magnetfeldverlaufs herbeigeführt werden. Die Bedingungen für ein Maximum des zeitlichen Verlaufs der
15 Magnetfeldstärke lauten $d|B|/dt = 0$ und $d^2|B|/dt^2 < 0$, wobei sich der Betrag $|B|$ der magnetischen Feldstärke aus den von dem Magnetfeldsensor gemessenen Komponenten (B_x , B_y , B_z) eines Magnetfeldes in einem Raumpunkt gemäß $|B| = (B_x^2 + B_y^2 + B_z^2)^{1/2}$ berechnen lässt. Mit einer von dem Ball 600
20 gesendeten Sequenz von Magnetfeldmesswerten und einer entsprechenden Logik können die beiden vorgenannten Bedingungen also stets überprüft werden.

Gemäß weiteren Ausführungsbeispielen der vorliegenden
25 Erfindung kann ein Kriterium für Entscheidung über ein Tor auch ein Vorzeichenwechsel der ersten Ableitung $d|B|/dt$ sein. Beim Durchqueren des Maximums des Magnetfeldverlaufs wird im Allgemeinen ein Vorzeichenwechsel von „+“ nach „-“ erfolgen, da die Magnetfeldstärke bei Annäherung an die
30 Torlinie 210 erst zunimmt um nach Überqueren dieser wieder abzunehmen.

Zusätzlich können weitere Ereignisse aus dem Verlauf der ersten Ableitung $d|B|/dt$ des zeitlichen Verlaufs der Magnetfeldstärke erschlossen werden. Besitzt die erste Ableitung zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Unstetigkeitsstelle, so kann, wie im Vorhergehenden beschrieben, davon
35 ausgegangen werden, dass der Ball beispielsweise einen

Seitenpfosten bzw. die Querlatte berührt hat. Wird ein Innen-Magnetfeld, wie anhand von Fig. 2 beschrieben wurde, symmetrisch zur Torlinie 210 erzeugt, so wird ferner eine Einrichtung zum Erfassen einer Zusatzbedingung benötigt, wobei sich die Zusatzbedingung von dem Innen-Magnetfeld unterscheidet und wobei der zeitliche Verlauf des Magnetfeldes und die Zusatzbedingung zusammen ausgewertet werden können. Dabei liefert gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung die Zusatzbedingung einen Hinweis darauf, von welcher Seite sich das bewegliche Objekt bzw. der Ball dem Tor genähert hat bzw. sich von dem Tor entfernt.

Die Einrichtung zum Erfassen der Zusatzbedingung könnte gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung also eine Einrichtung zum Erfassen einer Dopplerfrequenzverschiebung, insbesondere einer mittleren Dopplerfrequenzverschiebung Δf_D , sein, die beispielsweise hinter einem Tor angebracht ist.

Ferner können gemäß weiteren Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung auch Kraft- oder Bewegungsverhältnisse des beweglichen Objekts erfasst werden, um eine Zusatzbedingung zum zeitlichen Verlauf des Magnetfeldes zu erhalten. Dies kann beispielsweise durch Bewegungs- und/oder Drucksensoren im Ball bewerkstelligt werden, deren Messdaten per Funksender zu einer zentralen Auswerteeinrichtung gesendet werden können.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist es möglich, das von der Vorrichtung 100 zum Erzeugen eines magnetischen Feldes erzeugte magnetische Feld dreidimensional mit einer gewünschten Genauigkeit in einem Ortsbestimmungsbereich um das Tor 200 auszumessen und die Messwerte bzw. die Komponenten (B_x , B_y , B_z) des Feldvektors $\vec{B}$ für jeden relevanten Raumpunkt beispielsweise in einer sogenannten Lookup-Tabelle den jeweiligen Raumkoordinaten (x , y , z) der Raumpunkte zuzuordnen und zu speichern.

- Genauso ist es natürlich denkbar, dass die Feldstärken und Feldrichtungen gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in einem interessierenden Bereich innerhalb und um das Tor herum mittels mathematischer Formeln berechnet werden, um anschließend in einer Lookup-Tabelle den entsprechenden Koordinaten (x, y, z) zugeordnet zu werden. Wird anschließend eine Feldstärke und die zugehörige Feldrichtung an einem beliebigen Ort des Ortsbestimmungsbereichs um das Tor herum gemessen, so können die Messwerte daraufhin mit den vorab gemessenen oder berechneten und gespeicherten Werten aus der Lookup-Tabelle verglichen werden und somit gegebenenfalls eine Torentscheidung getroffen werden.
- Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist es denkbar, dass die Einrichtung 910 zum Liefern der Information über das Magnetfeld und die Einrichtung 920 zum Auswerten der Information über das Magnetfeld beide in dem beweglichen Objekt bzw. dem Ball 600 angeordnet sind. Dabei können die Informationen über das Magnetfeld im Ball gespeichert werden, und gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bei einer kritischen Torentscheidung abgefragt werden.
- Das bewegliche Objekt bzw. der Ball 600 benötigt ferner eine Energieversorgungseinrichtung zur Energieversorgung. Die Energieversorgung kann beispielsweise durch eine Batterie im Ball 600 gewährleistet werden. Um eine lange Lebensdauer der Energieversorgung des Balls zu gewährleisten, ist es ferner beispielsweise möglich, diesen aktivieren und deaktivieren zu können. Dies sollte vorzugsweise im Hinblick darauf geschehen, möglichst wenige Eingriffe in den Spielbetrieb notwendig zu machen. Der Ball 600 kann in der Nähe des Tors 200 über ein schwaches Signal aktiviert werden, welches beispielsweise von einem dafür ausgebildeten Sender einer zentralen Steuer-/Auswerteeinrichtung gesendet wird. Dazu weist der Ball beispielsweise einen Empfänger auf, der das Aktivierungssignal empfängt und

daraufhin über einen Prozessor das Messsystem im Ball in der Nähe des Tors 200 aktiviert. Der Prozessor schaltet beispielsweise den Empfänger im Ball alle 100 Millisekunden kurz ein. Sobald das Aktivierungssignal vom Ball erkannt
5 wird, geht der Ball in Dauerbetrieb.

Weiterhin kann als Aktivierungssignal auch das von einer erfindungsgemäßen Vorrichtung erzeugte Magnetfeld benutzt werden. Kommt der Ball 600 in die Nähe des Tors 200, so
10 wird dies durch den dreidimensionalen Magnetfeldsensor im Ball erkannt. Sobald dies der Fall ist, schaltet sich das Messsystem im Ball ein. Auch hier können beispielsweise die Sensoren nur alle 100 Millisekunden kurzzeitig in Betrieb genommen werden.

15 Bei den beiden im Vorhergehenden beschriebenen Vorgehensweisen wird eine Detektion immer nur kurz eingeschaltet, um Energie zu sparen. Wenn der Ball 600 über sehr lange Zeit, beispielsweise einen Tag, kein Signal mehr erkennt, wird
20 ein Timer zur Detektion beispielsweise auf zehn Sekunden hochgestellt. Dadurch kann der Energieverbrauch nochmals drastisch gesenkt werden. Da beispielsweise der Zustand einer Batterie im Ball abgefragt werden kann, ist sichergestellt, dass ein Timer im Ball bei Spielbeginn wieder
25 beispielsweise auf 100 Millisekunden gestellt ist.

Wenn sich leitfähige Objekte (auch Personen) in einem Magnetfeld bewegen, dann kann in diesen Objekten ein Magnetfeld induziert werden. Dieses Magnetfeld könnte die
30 Feldgeometrie des durch die Vorrichtung 100 zum Erzeugen eines magnetischen Feldes erzeugten Magnetfeldes beeinflussen. Bei einem Fußballspiel bewegen sich die Spieler allerdings nicht so schnell, als dass eine merkliche Induktion hervorgerufen werden könnte. Der Ball 600 allerdings Ge-
35 schwindigkeiten von bis zu 140 km/h erreichen. Deshalb ist bei einer Implementierung vorzugsweise darauf zu achten, dass die Elektronik in dem Ball 600 möglichst klein ist und keine großen leitfähigen Flächen aufweist.

Ein Einfluss auf das durch die Vorrichtung 100 erzeugte magnetische Feld durch sich in der Nähe der Vorrichtung 100 befindliche Stromkabel ist relativ gering. Ein Stromkabel weist zumeist einen Hin- und einen Rückleiter auf, so dass sich die Magnetfelder des Hin- und Rückleiters gegenseitig aufheben. Selbst bei Einzelleitern wäre der Einfluss relativ gering, da bei einer Netzfrequenz von 50 Hz die Feldwirkung einer leichten Änderung des Erdmagnetfeldes gleichkommen würde.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Konzepts zur Torentscheidung besteht darin, dass eine Torentscheidung sehr robust gegenüber gewollter oder ungewollter Beeinflussung erfolgen kann. Ein erfindungsgemäßes System zur Torentscheidung könnte beispielsweise gestört werden, indem eine Funkverbindung zwischen Ball 600 und einem Zentralrechner gestört wird. Da gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung eine Empfangsantenne in einer Zentralrecheneinrichtung dicht hinter dem Tor integriert ist, ist eine Störung des Systems sehr aufwändig. Die Antenne kann zudem beispielsweise als Richtantenne zum Spielfeld hin ausgerichtet sein. Zudem ist eine Datenübertragung zwischen dem Ball 600 und der Zentralrecheneinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung nur dann aktiv, wenn sich der Ball sehr dicht am Tor, d.h. in dem Ortsbestimmungsbereich befindet. Eine Empfangsleistung der Funkverbindung ist durch die relativ kurze Distanz zwischen Ball 600 und Zentralrecheneinrichtung sehr hoch. Dadurch müsste ein potentieller Angreifer eine sehr aufwändige und damit mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht unauffällige Anlage verwenden.

Auch das durch die Vorrichtung 100 erzeugte magnetische Feld könnte gestört werden. Allerdings breiten sich künstliche Magnetfelder nicht sehr weit im Raum aus. Demzufolge müsste ein Angreifer relativ große Spulen montieren, um ein Störfeld erzeugen zu können.

Durch in der Auswerteeinrichtung 920 integrierten Plausibilitätsbetrachtungen kann das System eine Störung erkennen und beispielsweise eine Warnung generieren, falls es gelingen würde, per Funk oder per Magnetfeld das System zu stören.

Da bei dem erfindungsgemäßen Konzept zur Torentscheidung keine Funkortung verwendet wird, werden andere Funksysteme, die im gleichen Frequenzbereich arbeiten, nicht gestört. Die direktionale Funkverbindung zwischen dem Ball 600 und einem Zentralrechner kann beispielsweise im 2.4-GHz Bereich angeordnet sein und ist aufgrund der geringen zu übertragenden Datenraten sehr schmalbandig. Daher stellt sie keine Belastung beispielsweise für vorhandene WLAN-Systeme (WLAN = Wireless Local Area Network) dar.

Da das erzeugte und verwendete magnetische Feld in der Größenordnung des Erdmagnetfelds liegt, kann davon ausgegangen werden, dass es keine biologischen Wirkungen hat.

Bei Systemen, welche auf Funkortung basieren, ist es mit vertretbarem Aufwand zumeist nicht möglich, Signal-Reflexionen vom Original-Signal unterscheiden zu können, wenn die Reflexion sehr dicht am Sender erfolgt. Diese Probleme treten bei der erfindungsgemäßen Vorgehensweise nicht auf. Des Weiteren besteht kein Problem bezüglich einer Feldabdeckung wie bei Funkortungs- oder optischen Systemen. Magnetfelder können Personen und Torpfosten ungedämpft durchdringen. Mittels Funksignalen kann hingegen der Ball nicht mehr geortet werden, wenn beispielsweise mehrere Personen auf dem Ball liegen.

Ein weiterer Vorteil von Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass das bewegliche Objekt bzw. der Ball einen geringen Stromverbrauch aufweisen kann, da er kein kontinuierliches Ortungssignal, wie es bei-

spielsweise bei Radarsystemen oder Funkortungssystemen notwendig ist, senden muss.

- Wird ein erfindungsgemäßes System beispielsweise zur Torerkennung beim Fußball benutzt, so sind keine umfangreichen Einbauten in einem Fußballstadion notwendig. Alle erforderlichen Einbauten befinden sich lediglich an den beiden jeweiligen Toren. Zudem ist kein Einmessen bzw. Kalibrieren von Antennen oder Kameras notwendig. Es gibt zudem keine unnötige Systembelastung durch nicht am Spiel beteiligte Bälle, da diese ausgeschaltet werden können bzw. sich nicht in Reichweite der im Torraum erzeugten Magnetfelder befinden.
- 15 Wie im Vorhergehenden bereits beschrieben, ist bei dem erfindungsgemäßen Konzept kein Eingriff in den Spielbetrieb notwendig, da eine Ballaktivierung automatisch vollzogen wird.
- 20 Nicht zuletzt kann eine Installation eines erfindungsgemäßen Systems zur Torentscheidung mit erheblich geringeren Kosten im Vergleich zu funkbasierten oder optischen Systemen erfolgen.
- 25 Weitere Anwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Konzepts sind natürlich auch bei anderen Sportarten zu sehen, in denen beispielsweise kritische Torentscheidungen bzw. Linienentscheidungen zu fällen sind.
- 30 Insbesondere wird darauf hingewiesen, dass abhängig von den Gegebenheiten das erfindungsgemäße Schema auch in Software implementiert sein kann. Die Implementierung kann auf einem digitalen Speichermedium, insbesondere einer Diskette oder einer CD mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen erfolgen, die so mit einem programmierbaren Computersystem und/oder Mikrocontroller zusammenwirken können, dass das entsprechende Verfahren ausgeführt wird. Allgemein besteht die Erfindung somit auch in einem Computerprogrammprodukt
- 35

mit auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Rechner und/oder Mikrocontroller abläuft. In anderen Worten ausgedrückt kann die Erfindung somit als ein Computerprogramm 5 mit einem Programmcode zur Durchführung des Verfahrens realisiert werden, wenn das Computerprogramm auf einem Computer und/oder Mikrocontroller abläuft.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (100) zum Erzeugen eines magnetischen Feldes in einem Tor (200) mit einer durch das Tor (200) definierten begrenzten Torfläche, durch die ein bewegliches Objekt (600) zu bringen ist, um ein Tor zu erzielen, wobei die Vorrichtung (100) ausgebildet ist, um in der Torfläche oder parallel zur Torfläche ein Innen-Magnetfeld zu erzeugen, das größer als ein außerhalb der Torfläche vorliegendes Außen-Magnetfeld ist.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der das Tor (200) vier Begrenzungen (200a-d) aufweist und wobei die Vorrichtung (100) folgende Merkmale aufweist:
- einen ersten Bereich (110) mit einem ferromagnetischen Material, der einer ersten Begrenzung zugeordnet ist;
- einen zweiten Bereich (120) mit einem ferromagnetischen Material, der einer zweiten Begrenzung zugeordnet ist; und
- einen dritten Bereich (130) mit einem ferromagnetischen Material, der einer dritten Begrenzung zugeordnet ist.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei die Vorrichtung (100) ferner folgendes Merkmal aufweist:
- eine Spule (230), die dem ersten (110), zweiten (120) oder dritten Bereich (130) zugeordnet ist, wobei die Spule (230) und der erste (110), zweite (120) und dritte Bereich (130) so angeordnet sind, dass sich geschlossene magnetische Feldlinien ergeben, die einen Teil haben, der sich in der Torfläche oder parallel zur Torfläche befindet, und deren restliche Teile

durch den ersten (110), zweiten (120) und dritten Bereich (130) geführt werden.

4. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei der erste Bereich (110) einem ersten Seitenpfosten (200a) entspricht, der zweite Bereich (120) einem zweiten Seitenpfosten (200b) entspricht und der dritte Bereich (130) der Querlatte (200c) entspricht oder der erste Bereich (110) einem Seitenpfosten (200a,b) entspricht, der zweite Bereich (120) der Querlatte (200c) entspricht und der dritte Bereich (130) einer Torlinie (210) entspricht, auf der das Tor (200) steht.
5. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Tor (200) hohle Seitenpfosten (200a,b) und eine hohle Querlatte (200c) aufweist und wobei in wenigstens einem Seitenpfosten (200a,b) und der Querlatte (200c) ferromagnetische Kerne (220) angebracht sind.
6. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein ein ferromagnetisches Material aufweisender Stab unterhalb der Torlinie (210) vergraben ist.
7. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein ferromagnetisches Material auf wenigstens einem der Seitenpfosten (200a,b) und der Querlatte (200c) aufgebracht ist.
8. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein ferromagnetisches Material des ersten (110), zweiten (120) und dritten Bereichs (130) jeweils durchgängig angebracht ist und der erste (110), zweite (120) und dritte Bereich (130) zusammen eine U-Form bilden.
9. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die erste Begrenzung einem ersten Seitenpfosten (200a) entspricht, die zweite Begrenzung einem zweiten Seiten-

- 5 pfoften (200b) entspricht, die dritte Begrenzung der Querlatte (200c) entspricht und die vierte Begrenzung der Torlinie (210) entspricht und sich der erste (110), zweite (120) und dritte Bereich (130) der Vorrichtung (100) in einer Ebene parallel zur Torebene hinter der Torlinie (210) befinden.
10. Vorrichtung gemäß Anspruch 3, wobei die Vorrichtung (100) ferner eine Einrichtung zum Erzeugen von Spulenaktivierungssignalen aufweist.
- 10 11. Vorrichtung gemäß Anspruch 10, wobei die Einrichtung zum Erzeugen von Spulenaktivierungssignalen ausgebildet ist, um die Spulenaktivierungssignale mit unterschiedlichen Intensitäten zu erzeugen.
- 15 12. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei die Vorrichtung einen Permanentmagneten umfasst.
- 20 13. Vorrichtung (900) zum Feststellen, ob ein bewegliches Objekt (600) durch ein Tor (200) mit einer durch das Tor (200) definierten Torfläche gebracht worden ist, wobei in der Torfläche oder parallel zu der Torfläche ein Innen-Magnetfeld messbar ist, das größer als ein außerhalb der Torfläche verlaufendes Außen-Magnetfeld ist, mit folgenden Merkmalen:
- 25 einer Einrichtung (910) zum Liefern einer Information über ein Magnetfeld, das das bewegliche Objekt (600) erfährt; und
- 30 einer Einrichtung (920) zum Auswerten der Information über das Magnetfeld, um eine Toraussage zu liefern, wobei die Einrichtung (920) zum Auswerten ausgebildet ist, um zu detektieren, dass das bewegliche Objekt (600) das Innen-Magnetfeld durchlaufen hat.
- 35

14. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, bei der die Einrichtung (910) zum Liefern ausgebildet ist, um Informationen über einen zeitlichen Verlauf des Magnetfeldes zu liefern, die ferner eine Einrichtung zum Erfassen einer Zusatzbedingung aufweist, wobei sich die Zusatzbedingung von dem Innen-Magnetfeld unterscheidet; und bei der die Einrichtung zum Auswerten (920) ausgebildet ist, um den zeitlichen Verlauf und die Zusatzbedingung zusammen auszuwerten.
15. Vorrichtung gemäß Anspruch 14, bei der die Einrichtung (910) zum Liefern ausgebildet ist, um mittels der Zusatzbedingung einen Hinweis darauf zu liefern, von welcher Seite sich das bewegliche Objekt (600) dem Tor (200) genähert hat.
16. Vorrichtung gemäß Anspruch 15, bei der die Einrichtung (910) zum Liefern ausgebildet ist, um Kraft- und/oder Bewegungsverhältnisse des beweglichen Objekts (600) zu erfassen.
17. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, wobei sich die Einrichtung (910) zum Liefern in dem beweglichen Objekt (600) befindet.
18. Vorrichtung gemäß Anspruch 17, wobei die Einrichtung (910) zum Liefern einen Magnetfeldsensor aufweist.
19. Vorrichtung gemäß Anspruch 18, wobei der Magnetfeldsensor der Einrichtung (910) zum Liefern ein dreidimensionaler Magnetfeldsensor ist.
20. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 17 bis 19, wobei sich die Einrichtung (920) zum Auswerten in dem beweglichen Objekt (600) befindet.
21. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 17 bis 19, wobei sich die Einrichtung (920) zum Auswerten nicht in dem

beweglichen Objekt (600) befindet und die Einrichtung zum Liefern (910) mit der Einrichtung (920) zum Auswerten koppelbar ist.

- 5 22. Vorrichtung gemäß Anspruch 21, wobei die Einrichtung zum Auswerten (920) ferner einen Empfänger zum Empfangen einer Sequenz von Magnetfeldmesswerten von dem beweglichen Objekt (600) aufweist.
- 10 23. Vorrichtung gemäß Anspruch 22, wobei der Empfänger ein Funkempfänger ist.
- 15 24. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, wobei die Einrichtung (920) zum Auswerten ausgebildet ist, um die Toraussage mittels einer Ableitung des zeitlichen Verlaufs des Magnetfeldes nach der Zeit zu liefern.
- 20 25. Vorrichtung gemäß Anspruch 24, wobei die Ableitung des zeitlichen Verlaufs des Magnetfeldes nach der Zeit $d|B|/dt$ zum Zeitpunkt des Überschreitens der Torlinie zumindest näherungsweise gleich Null ist.
- 25 26. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 14 oder 15, wobei die Zusatzbedingung der Einrichtung (920) zum Auswerten eine Dopplerfrequenz (Δf_D) ist, die durch eine Bewegung des beweglichen Objekts (600) auf die Einrichtung (920) zu oder von ihr weg auftritt.
- 30 27. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, wobei die Einrichtung (920) zum Auswerten ausgebildet ist, um die Toraussage durch Vergleichen der Messwerte der Sequenz von Messwerten mit vorab bestimmten Werten zu erhalten.
- 35 28. Verfahren zum Erzeugen eines magnetischen Feldes in einem Tor (200) mit einer durch das Tor (200) definierten begrenzten Torfläche, durch die ein bewegliches Objekt (600) zu bringen ist, um ein Tor zu erzielen, mit einem Schritt des Erzeugens eines Innen-

Magnetfeldes, das größer als ein außerhalb der Torfläche vorliegendes Außen-Magnetfeld ist.

29. Verfahren zum Feststellen, ob ein bewegliches Objekt
5 (600) durch ein Tor (200) mit einer durch das Tor
(200) definierten Torfläche gebracht worden ist, wobei
in der Torfläche oder parallel zu der Torfläche ein
Innen-Magnetfeld messbar ist, das größer als ein au-
ßerhalb der Torfläche verlaufendes Außen-Magnetfeld
10 ist, mit folgenden Schritten:

Liefern einer Information über ein Magnetfeld, das das
bewegliche Objekt (600) erfährt; und

- 15 Auswerten der Information über das Magnetfeld, um eine
Toraussage zu liefern mittels einer Detektion, dass
das bewegliche Objekt (600) das Innen-Magnetfeld
durchlaufen hat.

- 20 30. Verfahren zur Entscheidung, ob ein bewegliches Objekt
(600) durch ein Tor (200) mit einer durch das Tor
(200) definierten Torfläche gebracht worden ist, wobei
in der Torfläche oder parallel zu der Torfläche ein
Innen-Magnetfeld messbar ist, das größer als ein au-
25 ßerhalb der Torfläche verlaufendes Außen-Magnetfeld
ist, mit folgenden Schritten:

Erzeugen des Innen-Magnetfelds in dem Tor (200);

- 30 Liefern einer Information über ein Magnetfeld, das das
bewegliche Objekt (600) erfährt; und

- Auswerten der Information über das Magnetfeld, um eine
Toraussage zu liefern mittels einer Detektion, dass
35 das bewegliche Objekt (600) das Innen-Magnetfeld
durchlaufen hat.

31. Computer-Programm mit einem Programmcode zur Durchführung der Verfahren gemäß den Ansprüchen 28 - 30, wenn das Computer-Programm auf einem Computer oder Mikrocontroller abläuft

1/9

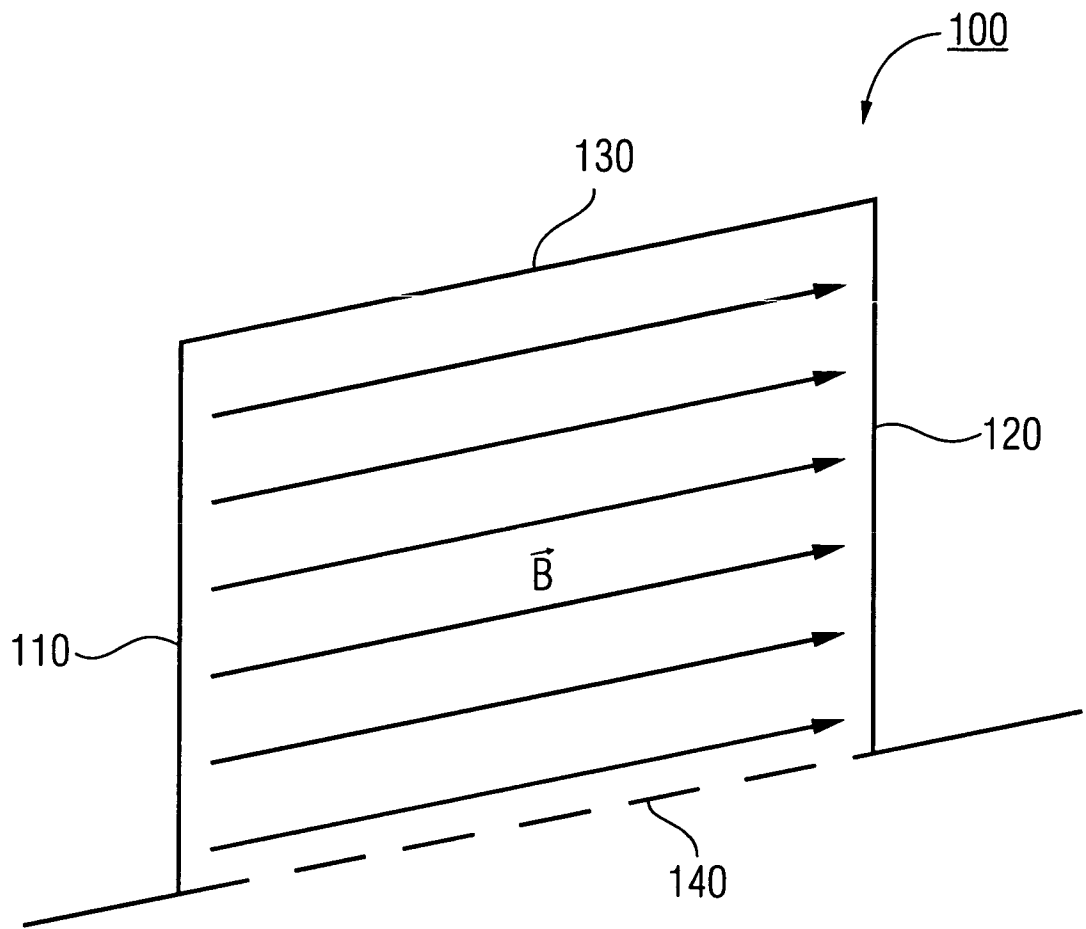


Fig.1

2/9

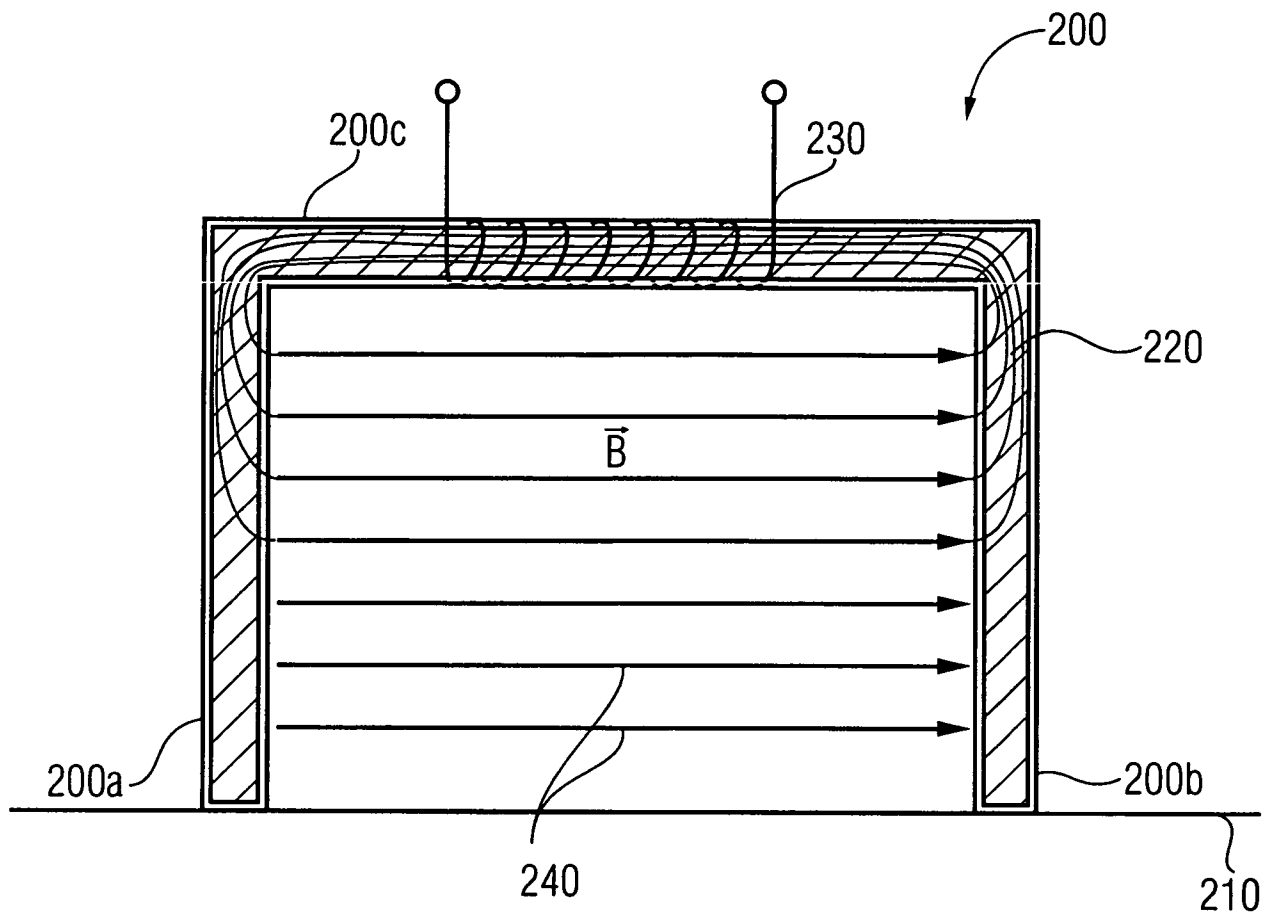


Fig.2

3/9

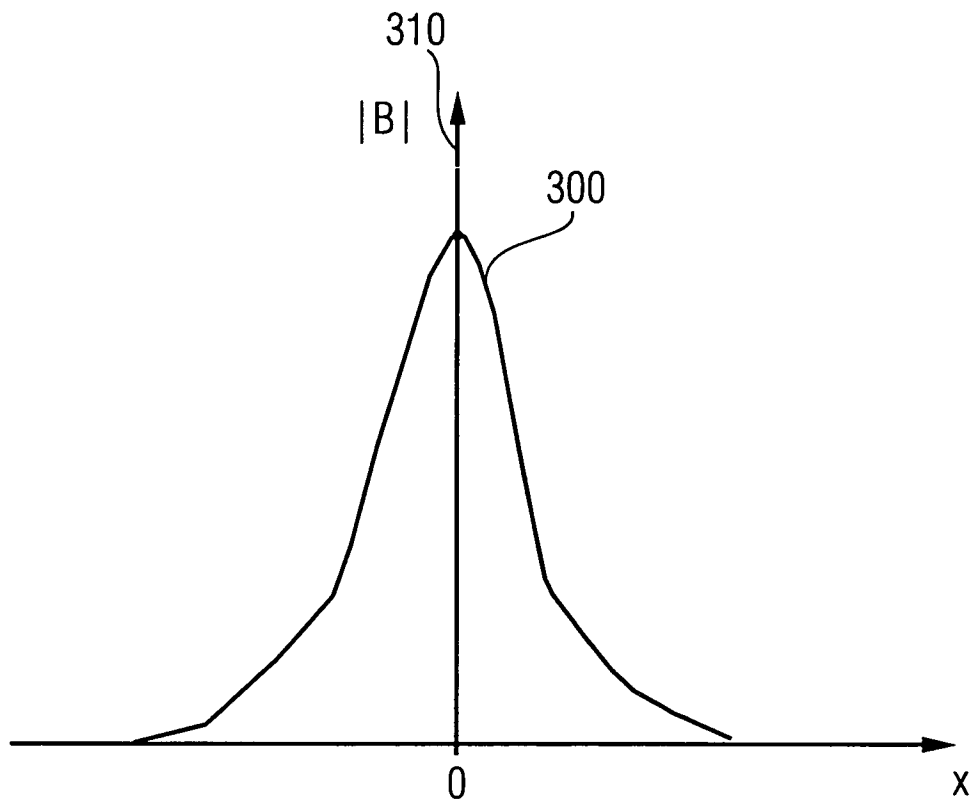


Fig.3

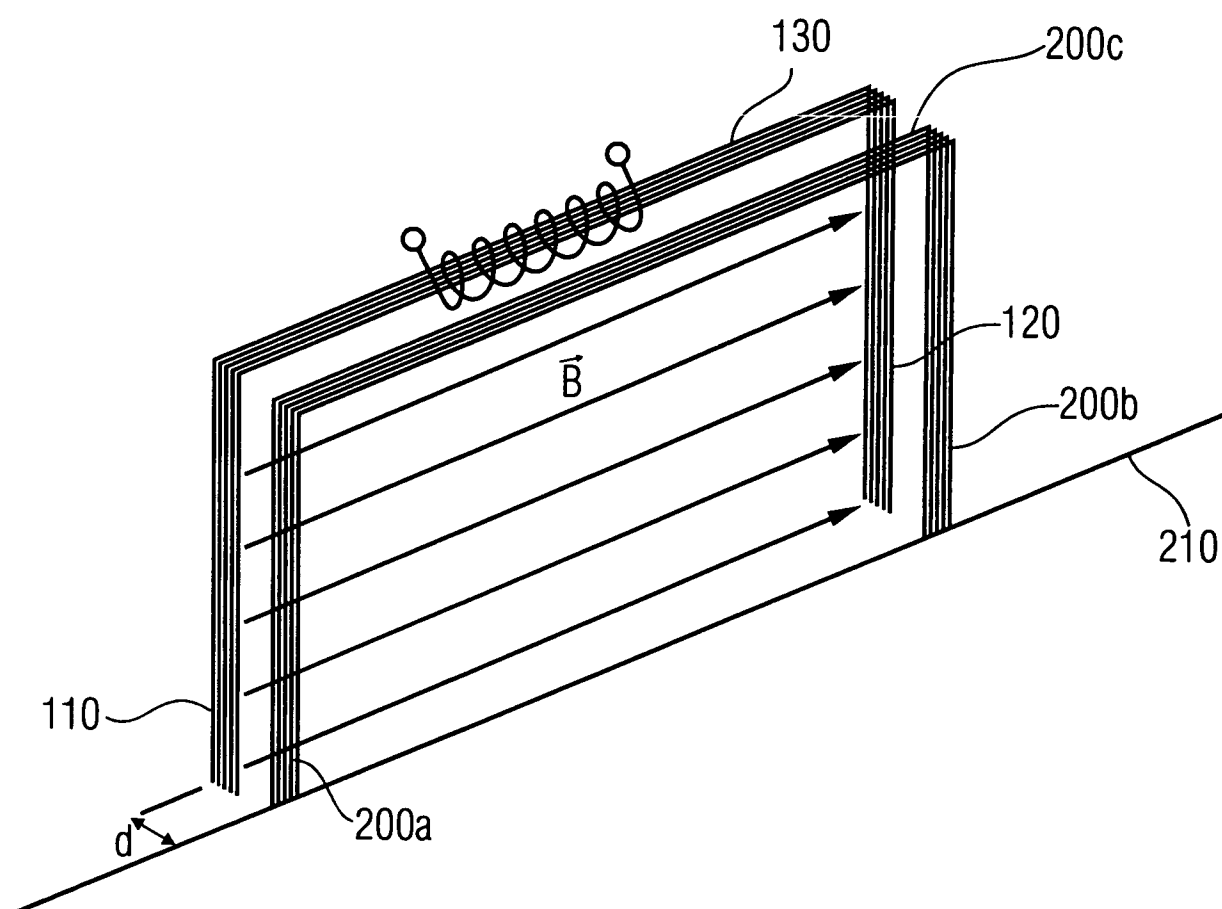


Fig.4

5/9

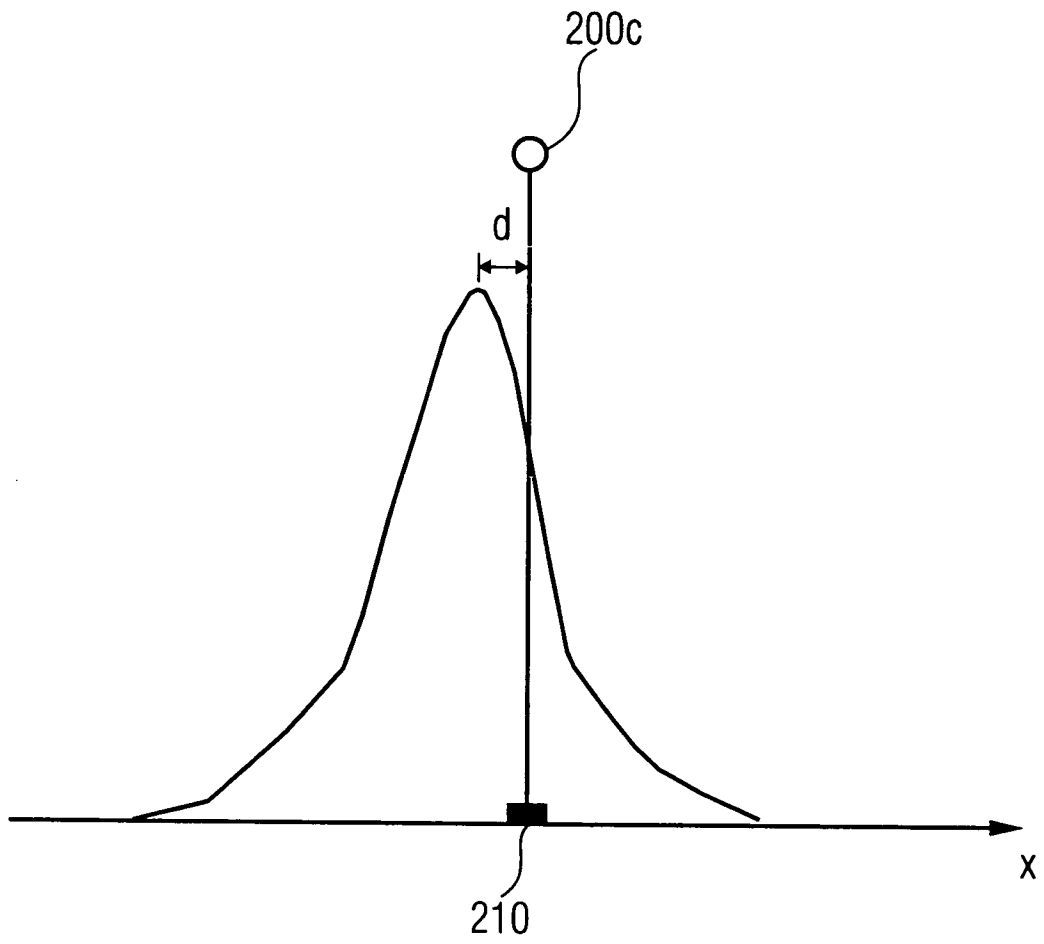


Fig.5

6/9

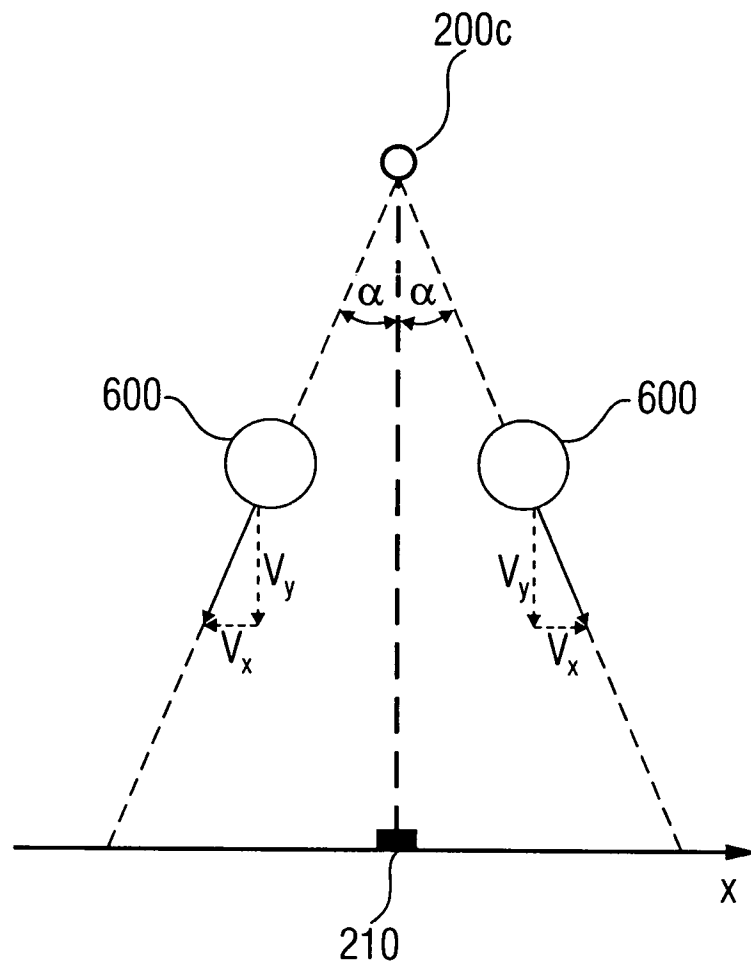


Fig.6

7/9

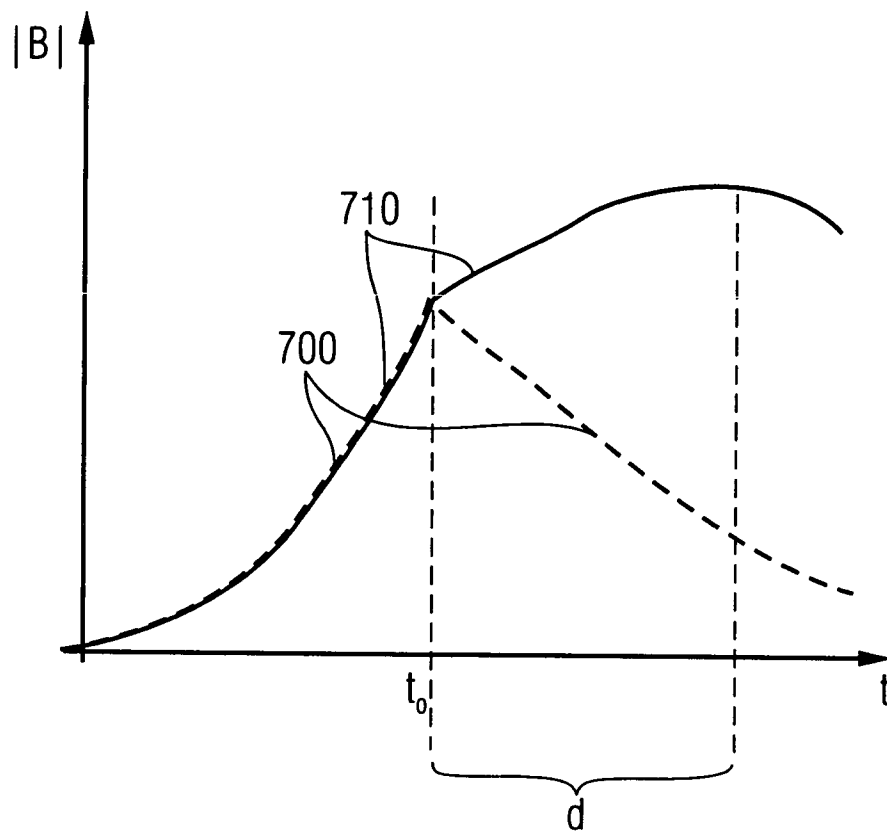


Fig.7a

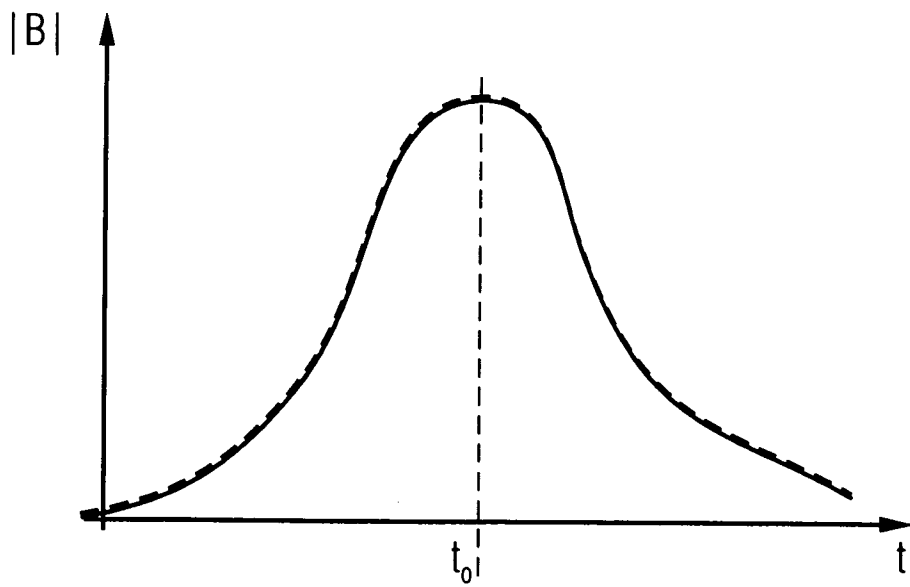


Fig.7b

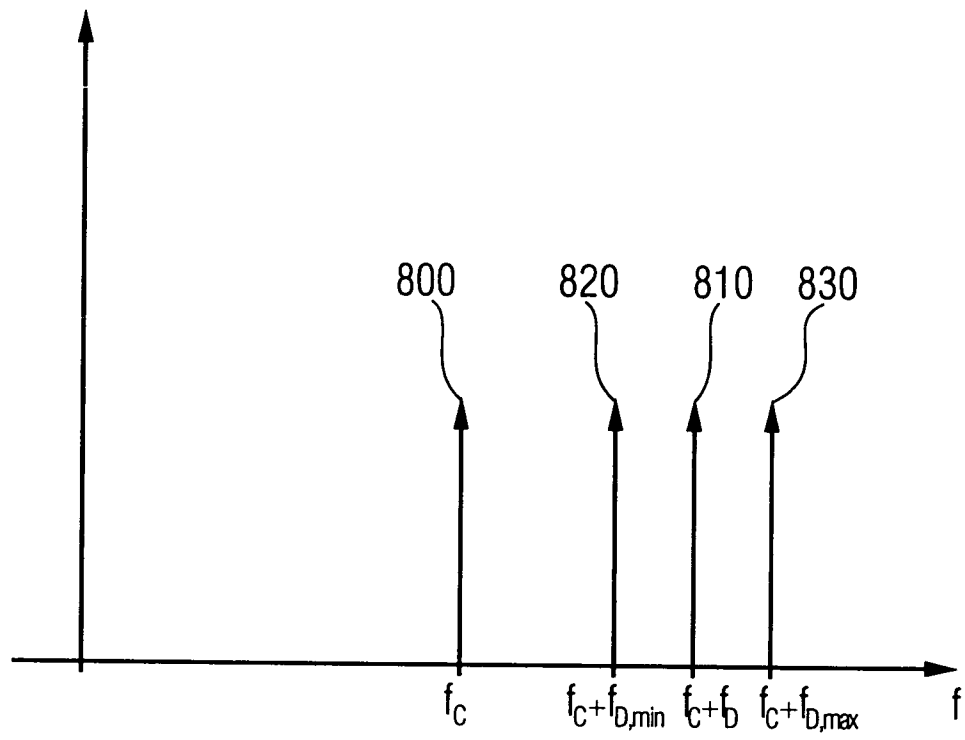


Fig.8

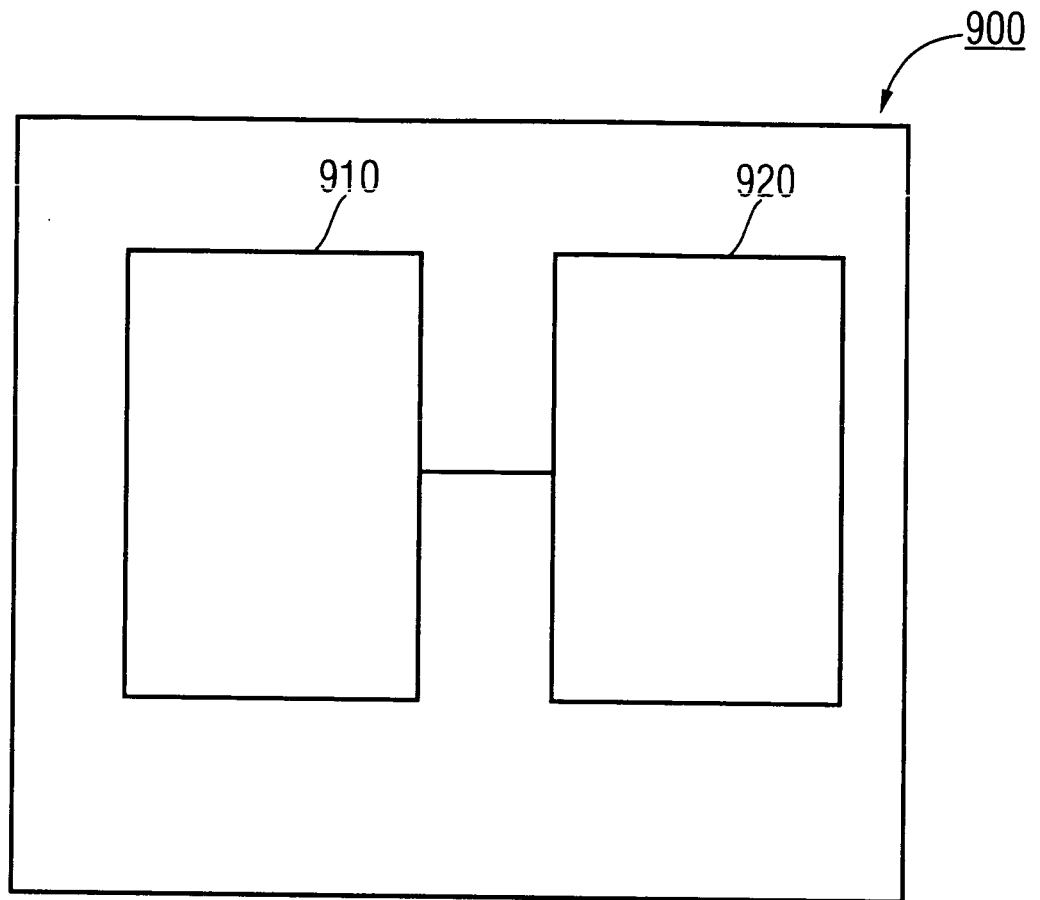


Fig.9