

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 51020/2019 (51) Int. Cl.: **G01W 1/10** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 25.11.2019 **G01W 1/16** (2006.01)
(45) Veröffentlicht am: 15.05.2021 **G01R 29/08** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen: EP 3078992 A1 WO 9210804 A1 US 4873483 A JP 2004069478 A EP 3425429 A1 US 2015177414 A1	(73) Patentinhaber: UBIMET GmbH 1220 Wien (AT) (74) Vertreter: Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt GmbH 4580 Windischgarsten (AT)
---	---

(54) **Verfahren zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet, wobei vorzugsweise in dem Überwachungsgebiet ein Betriebsgelände (3) liegt, umfassend die Schritte:

(a) Detektion, Lokalisierung und zeitliche Zuordnung von Blitzen mittels eines Blitzortungssystems (4),

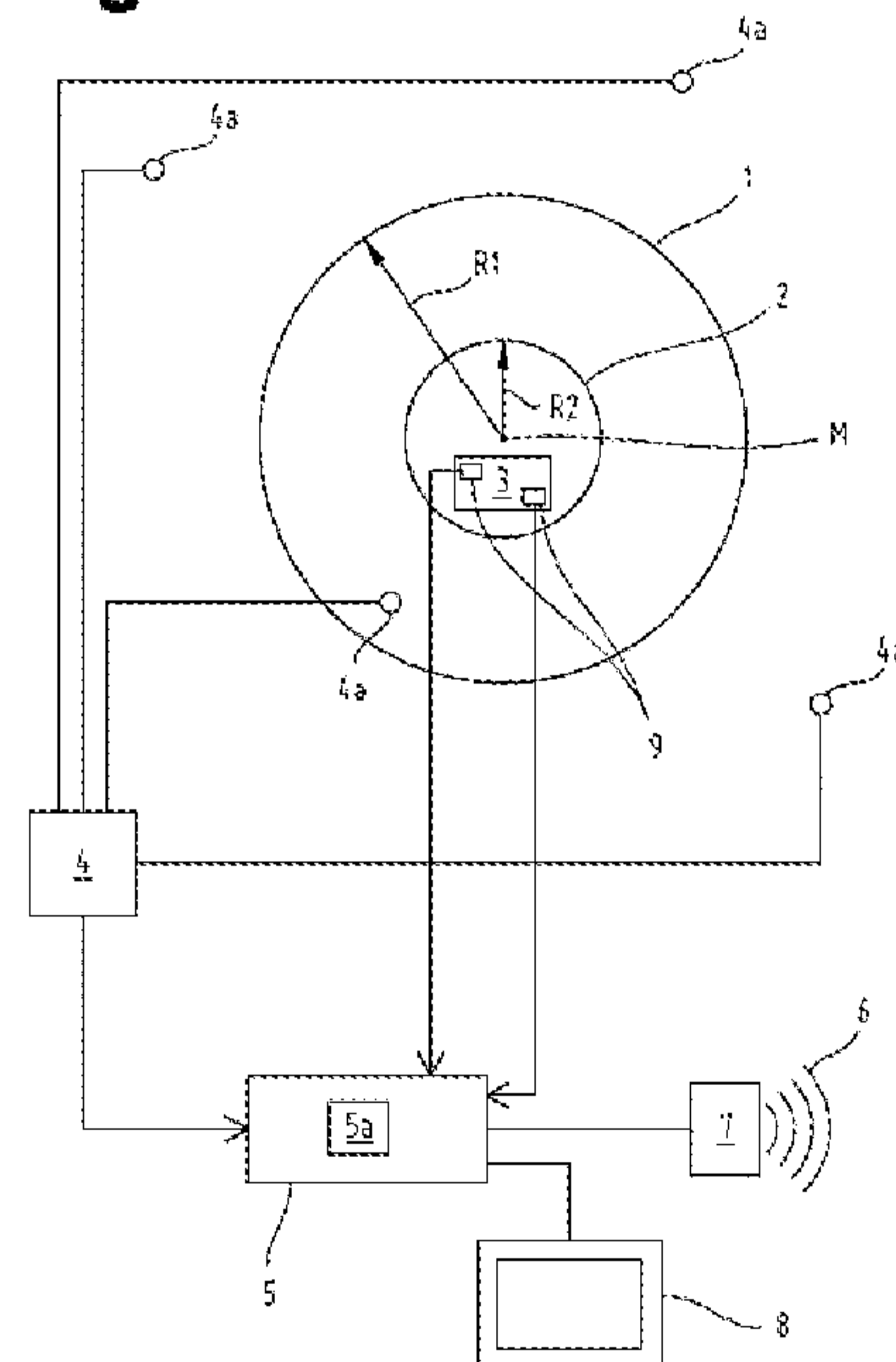
(b) Auswertung der mittels des Blitzortungssystems (4) gewonnenen Daten mittels einer Datenverarbeitungsvorrichtung (5), gekennzeichnet durch die Schritte:

(c) Auswertung der Daten zumindest einer, in dem Überwachungsgebiet an-geordneten, von dem Blitzortungssystem (4) unabhängigen Messvorrichtung (9) zur Messung des elektrischen Feldes in der Luft, insbesondere einer elektrischen Feldmühle,

(d) Generierung einer Information und/oder eines Signals (6), insbesondere in Form einer Blitzwarnung oder Blitzentwarnung, und Ausgabe der Information und/oder des Signals an zumindest einer Benutzerschnittstelle (8) und/oder Signaleinrichtung (7),

wobei die Generierung und Ausgabe der Information und/oder des Signals (6) gemäß Schritt (d) in Abhängigkeit der Auswertung gemäß Schritt (b) und der Auswertung gemäß Schritt (c) erfolgt.

Fig.1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet, wobei vorzugsweise in dem Überwachungsgebiet ein Betriebsgelände, insbesondere ein Flughafengelände oder eine Baustelle oder ein Bergwerks- bzw. Minengelände, liegt, umfassend die Schritte: (a) Detektion, Lokalisierung und zeitliche Zuordnung von Blitzen mittels eines Blitzortungssystems, (b) Auswertung der mittels des Blitzortungssystems gewonnenen (ersten) Daten mittels einer Datenverarbeitungsvorrichtung. Die Erfindung betrifft auch ein Überwachungssystem, einen Algorithmus sowie ein Datenverarbeitungssystem und/oder auf einem Datenträger gespeichertes Computerprogrammprodukt.

[0002] Das rechtzeitige Sperren bzw. möglichst frühzeitige (Wieder-)Freigeben eines Betriebsgeländes aufgrund von Unwettern, insbesondere Blitzaktivitäten, stellt eine wichtige und mit hohem Risiko behaftete Aufgabe dar. Einerseits muss der Gefahr durch Blitzeinschläge zuverlässig Rechnung getragen werden, um Personen- und Sachschäden zu verhindern, andererseits soll der Betrieb (z.B. an einem Flughafen) möglichst nur kurz unterbrochen bzw. eingeschränkt werden. Längere Unterbrechungen sind für den Betreiber eines Flughafens, einer Baustelle oder einer Miene sehr kostspielig, sodass jede Minute zählt.

[0003] Es ist daher von äußerster Wichtigkeit, insbesondere für Unternehmungen, die bei Unwetter den Betrieb einstellen oder einschränken müssen, zu wissen, wann die Gefahr eines Blitzeinschlages vorbei bzw. so gering ist, dass ein ordnungsgemäßer Betrieb wieder aufgenommen werden kann. Dieses Thema spielt vor allem bei Flughäfen, Baustellen und Bergwerken (Obertagebau) eine große Rolle. Wartezeiten bzw. Einschränkungen im Betrieb sind für den Betreiber sehr kostspielig. Die Wiederaufnahme des Betriebes nach einem Unwetter sollte daher so schnell wie möglich erfolgen können.

[0004] In bislang bekannten Blitzüberwachungssystemen werden die mittels eines Blitzortungssystems registrierten und lokalisierten Blitze sowie deren zeitliche und räumliche Verteilung herangezogen, um daraus die Notwendigkeit einer Warnung bzw. Entwarnung für ein Betriebsgelände abzuleiten. Eine solche Vorgehensweise führt allerdings zu übermäßig langen Unterbrechungen und es besteht der Bedarf nach einer Lösung, durch welche die Betriebsunterbrechung verkürzt werden kann, ohne dabei die Gefahr für Personen und diverse Betriebsmittel zu erhöhen.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit dem eine Verkürzung der Betriebsunterbrechungen bei gleichzeitiger Risikominimierung erzielt werden kann. In weiterer Folge soll damit eine Reduktion der Stillstandskosten erreicht werden.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst mit einem eingangs genannten Verfahren durch die Schritte:
(c) Auswertung der (zweiten) Daten zumindest einer, in dem Überwachungsgebiet angeordneten, von dem Blitzortungssystem unabhängigen Messvorrichtung zur Messung des elektrischen Feldes in der Luft, wobei die Messvorrichtung vorzugsweise ein Elektrofeldmeter, bevorzugt eine elektrische Feldmühle, ist,
(d) Generierung einer Information und/oder eines Signals, insbesondere in Form einer Blitzwarnung oder Blitzentwarnung, und Ausgabe der Information und/oder des Signals an zumindest einer Benutzerschnittstelle und/oder Signaleinrichtung. Die Generierung und Ausgabe der Information und/oder des Signals gemäß Schritt (d) erfolgt dabei sowohl in Abhängigkeit der mittels des Blitzortungssystems gewonnenen (ersten) Daten als auch in Abhängigkeit der mittels der zumindest einen Messvorrichtung gewonnenen (zweiten) Daten.

[0007] Durch die Auswertung der Daten einer Messvorrichtung zur Messung des elektrischen Feldes in der Luft wird eine zusätzliche physikalische Information in die Risikoermittlung einbezogen. Mit der Messvorrichtung, die vorzugsweise eine elektrische Feldmühle ist, wird das elektrische Feld lokal (d.h. vor Ort) gemessen. Die Messvorrichtung(en) ist/sind bevorzugter Weise innerhalb des Betriebsgeländes angeordnet.

[0008] Sowohl die ersten Daten (Blitzortungssystem) als auch die zweiten Daten (Messvorrich-

tung) sind Eingangsgrößen eines Datenverarbeitungsprogramms bzw. eines Algorithmus, das/der die Generierung bzw. Ausgabe der Information bzw. des Signals in Abhängigkeit der ersten und zweiten Daten durchführt. Ob bzw. welche Information bzw. Signal generiert und ausgegeben wird hängt sowohl von den mittels des Blitzortungssystems gewonnenen (ersten) Daten, als auch von den mittels der Messvorrichtung fürs elektrische Feld gewonnenen (zweiten) Daten ab.

[0009] Die Generierung und Ausgabe der Information und/oder des Signals - gemäß Schritt (d) - in Abhängigkeit der Auswertung gemäß Schritt (b) und der Auswertung gemäß Schritt (c) kann dadurch erfolgen, dass die mittels des Blitzortungssystems gewonnenen Daten und die mittels der Messvorrichtung gewonnenen Daten miteinander verknüpft werden, z.B. als Eingangsgrößen für einen Algorithmus zur Risikoermittlung verwendet werden. Es wäre jedoch auch denkbar, die Daten des Blitzortungssystems und die Daten der Messvorrichtung unabhängig voneinander auszuwerten und beispielsweise die Generierung bzw. Ausgabe der Information und/oder des Signals dann zu veranlassen, wenn die aus den Blitzortungsdaten ermittelte Wahrscheinlichkeit für einen Blitzeinschlag einen bestimmten Grenzwert unterschreitet und zusätzlich das mit der Messvorrichtung gemessene elektrische Feld ebenfalls einen vorgegebenen Grenzwert unterschreitet.

[0010] Eine Risikoabschätzung, die nur anhand der Blitzortungsdaten durchgeführt wird, ist mit Ungenauigkeiten bzw. Unabwägbarkeiten verbunden, weswegen bislang grundsätzlich immer ein längerer Zeitraum bis zur Wiederaufnahme des Betriebes festgelegt wurde. Der große Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass diese Ungenauigkeiten bzw. Unabwägbarkeiten durch die unabhängige Messung einer weiteren Größe, der (lokalen) elektrischen Feldstärke oder einer anderen Eigenschaft des elektrischen Feldes in der Luft, kompensiert bzw. sinnvoll gehandhabt werden können. Bei geringer elektrischer Feldstärke (und somit geringer Blitzwahrscheinlichkeit) kann der Betrieb wesentlich früher freigegeben werden als dies im Stand der Technik der Fall ist.

[0011] Das Überwachungsgebiet kann (wesentlich) größer sein als das Betriebsgelände selbst, d.h. es können Blitze innerhalb eines größeren Gebietes um das Betriebsgeländes registriert und ausgewertet werden, um das Risiko bzw. die Wahrscheinlichkeit für einen innerhalb des Betriebsgeländes auftretenden Blitz zu ermitteln.

[0012] Die Sensoreinrichtungen des Blitzortungssystem können zu Gänze oder teilweise außerhalb des Betriebsgeländes liegen.

[0013] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die zumindest eine, vorzugsweise zumindest zwei, Messvorrichtung(en) zur Messung des elektrischen Feldes in der Luft innerhalb des Betriebsgeländes angeordnet ist/sind.

[0014] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass in Schritt (b) zumindest ein Wert ermittelt wird, der ein (direktes oder indirektes) Maß für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines oder mehrerer Blitze(s) in dem Überwachungsgebiet ist. Dies kann beispielsweise mittels eines Algorithmus erfolgen, welcher ausgehend von der räumlichen Verteilung und zeitlichen Entwicklung der Blitzaktivitäten eine entsprechende Ausgangsgröße liefert, welche ein (direktes oder indirektes) Maß für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines oder mehrerer Blitze(s) in dem Überwachungsgebiet ist.

[0015] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass in Abhängigkeit der Auswertung gemäß Schritt (b) der Beginn einer Wartezeit (Sicherheits-Zeitpuffer bis zur geplanten Betriebsfreigabe), vorzugsweise in Form eines Countdowns, festgelegt wird, wobei während der Wartezeit ein im Überwachungsgebiet liegendes Betriebsgelände, insbesondere ein Flughafengelände oder eine Baustelle oder ein Bergwerks- bzw. Minengelände, für zumindest einen Teil des Betriebes gesperrt und/oder alarmiert bleibt. Beispielsweise kann bei Erreichen oder Unterschreiten eines Grenzwertes für die (Blitz-)Wahrscheinlichkeit in dem Überwachungsgebiet bzw. dem Betriebsgelände, der Beginn eines „Countdowns“ bis zur Freigabe des Betriebes festgelegt werden.

[0016] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Wartezeit verkürzt und das Überwachungsgebiet für zumindest einen Teil des Betriebes freigegeben wird, wenn die

Auswertung gemäß Schritt (c) ergibt, dass die elektrische Feldstärke in der Luft und/oder ein damit zusammenhängender Parameter, vorzugsweise die zeitliche Änderung der elektrischen Feldstärke, einen Grenzwert erreicht und/oder unterschritten hat und/oder unterhalb eines Grenzwertes liegt, und/oder wenn die Auswertung gemäß Schritt (c) ergibt, dass aus der elektrischen Feldstärke in der Luft und/oder einem damit zusammenhängenden Parameter, vorzugsweise der zeitlichen Änderung der elektrischen Feldstärke, eine geringe oder verschwindende aktuelle Blitzwahrscheinlichkeit, vorzugsweise eine Blitzwahrscheinlichkeit unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes, ableitbar ist. Auf diese Weise kann in vielen Fällen die Betriebsunterbrechung erheblich verkürzt werden, weil die Einbeziehung des lokalen elektrischen Feldes als zusätzlichen und zuverlässigen Parameter gewährleistet, dass trotz Verkürzung der Wartezeit das Risiko für Personen und Betriebsmittel verschwindend gering bleibt.

[0017] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die maximale Wartezeit höchstens 5 Minuten, vorzugsweise höchstens 10 Minuten beträgt. Diese kann wie oben erwähnt dann durch Einbeziehung der Daten der Messvorrichtung verkürzt werden. Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das Überwachungsgebiet für zumindest einen Teil des Betriebes infolge der Auswertung der Daten gemäß Schritt (c) früher freigegeben wird, als wenn nur die Auswertung der mittels des Blitzortungssystems gewonnenen Daten gemäß Schritt (b) berücksichtigt wird.

[0018] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass Schritte (b) und Schritt (c) in derselben Datenverarbeitungseinrichtung durchgeführt werden. Bevorzugt erfolgen die Auswertungen in einer Datenverarbeitungseinrichtung, welche innerhalb des Betriebsgeländes angeordnet ist. Auf diese Weise kann die Risikoabschätzung und in weiterer Folge die Sperrung/Freigabe des Betriebsgeländes in Echtzeit erfolgen.

[0019] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Information und/oder das Signal in Form einer Bildschirmanzeige und/oder eines akustischen Signals und/oder eines optischen Signals oder/oder zumindest einer elektronischen Nachricht, insbesondere einer SMS und/oder Push-Nachricht, ausgegeben wird. Auf diese Weise können die Betriebsmitarbeiter zuverlässig und rechtzeitig über Sperrung/Freigabe bzw. damit einhergehender Gefahren informiert werden.

[0020] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das Blitzortungssystem mehrere verteilt angeordnete Sensoreinrichtungen, insbesondere in Form von Antennen, umfasst, die vorzugsweise mehrere Kilometer voneinander entfernt angeordnet sind. Die von jedem Blitz ausgesendeten elektromagnetischen Felder werden von den Sensoren des Blitzortungssystems erfasst und vorzugsweise in Echtzeit verarbeitet. Über die Laufzeit der elektromagnetischen Welle und der Signalrichtung kann die genaue Position eines Blitzes berechnet werden.

[0021] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass zur Auswertung gemäß Schritt (b) das Überwachungsgebiet, vorzugsweise mittels zumindest zweier Umkreisradien, in zumindest zwei Gebiete aufgeteilt wird, wobei das zweite Gebiet (oder Kerngebiet) innerhalb des ersten Gebietes (oder Vorwarngebietes) liegt. Beispielsweise kann das zweite Gebiet das Betriebsgelände umfassen, während das erste Gebiet außerhalb des Betriebsgeländes liegt. Durch eine derartige Aufteilung kann das Risiko eines Blitzeinschlages innerhalb des Betriebsgeländes noch sicherer abgewogen werden.

[0022] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Generierung und Ausgabe der Information und/oder des Signals gemäß Schritt (d) in Abhängigkeit davon erfolgt, in welchem der zumindest zwei Gebiete der letzte Blitz aufgetreten ist. Eine Freigabe des Betriebs wird in der Regel erst dann bzw. früher erfolgen, wenn der letzte Blitz in einem vom Betriebsgelände weiter entfernten Gebiet aufgetreten ist.

[0023] Die Aufgabe wird auch gelöst mit einem Überwachungssystem zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet, wobei vorzugsweise in dem Überwachungsgebiet ein Betriebsgelände, insbesondere ein Flughafengelände oder eine Baustelle oder ein Bergwerks- bzw. Minengelände, liegt, umfassend:

- ein Blitzortungssystem zur Detektion, Lokalisierung und zeitlichen Zuordnung von Blitzen,
- eine Datenverarbeitungsvorrichtung zur Auswertung der mittels des Blitzortungssystems gewonnenen Daten,
dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungssystem
- zumindest eine, vorzugsweise zumindest zwei, in dem Überwachungsgebiet angeordnete, von dem Blitzortungssystem unabhängige Messvorrichtung(en) zur Messung des elektrischen Feldes in der Luft, wobei die Messvorrichtung vorzugsweise ein Elektrofeldmeter, bevorzugt eine elektrische Feldmühle, ist, und
- eine Benutzerschnittstelle und/oder Signaleinrichtung zur Ausgabe einer Information und/oder eines Signals, insbesondere in Form einer Blitzwarnung oder Blitzentwarnung, aufweist, wobei die Datenverarbeitungseinrichtung dazu eingerichtet ist, die Information und/oder das Signal in Abhängigkeit der mittels des Blitzortungssystems gewonnenen Daten und der mittels der zumindest einen Messvorrichtung gewonnenen Daten zu generieren und/oder auszugeben.

[0024] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das Überwachungssystem zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ausführungsformen ausgebildet ist.

[0025] Die Aufgabe wird auch gelöst mit einem Algorithmus zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet, wobei der Algorithmus die Schritte eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ausführungsformen aufweist.

[0026] Schließlich wird die Aufgabe auch gelöst mit einem Datenverarbeitungssystem und/oder auf einem Datenträger gespeicherten Computerprogrammprodukt, zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet, wobei auf dem Datenverarbeitungssystem und/oder in dem Computerprogrammprodukt ein Algorithmus hinterlegt ist, der die Schritte eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ausführungsformen aufweist.

[0027] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0028] Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0029] Fig. 1 ein Überwachungsgebiet, in dem ein Betriebsgelände liegt, einschließlich Blitzortungssystem, Messvorrichtungen für das elektrische Feld und Datenverarbeitungsvorrichtung;

[0030] Fig. 2 in schematischer Darstellung den Ablauf der Blitzüberwachung;

[0031] Fig. 3 ein Fließdiagramm einer möglichen Ausführungsform der Erfindung;

[0032] Fig. 4 einen Ausschnitt einer Benutzerschnittstelle bzw. Signaleinrichtung.

[0033] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0034] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

[0035] Fig. 1 zeigt ein Überwachungssystem zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet. In dem Überwachungsgebiet liegt ein Betriebsgelände 3, insbesondere ein Flughafengelände oder eine Baustelle oder ein Bergwerks- bzw. Minengelände.

[0036] Das Überwachungssystem umfasst ein Blitzortungssystem 4 - aus verteilt angeordneten Sensoreinrichtungen 4a - zur Detektion, Lokalisierung und zeitlichen Zuordnung von Blitzen. Eine

- mit dem Blitzortungssystem 4 kommunikationsverbundene - Datenverarbeitungsvorrichtung 5 ist zur Auswertung der mittels des Blitzortungssystems 4 gewonnenen Daten eingerichtet. Weiters umfasst das Überwachungssystem zumindest eine in dem Überwachungsgebiet - vorzugsweise im Betriebsgelände 3 - angeordnete, Messvorrichtung 9 zur Messung des elektrischen Feldes in der Luft. In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform sind zwei Messvorrichtungen 9 vorgesehen. Die Messvorrichtung(en) 9 ist/sind von dem Blitzortungssystem 4 unabhängig, d.h. sie funktioniert/-en unabhängig vom Blitzortungssystem 4 (d.h. sie ist auch nicht mit den Sensoreinrichtungen 4a verschaltet). Die Messvorrichtung 9 ist vorzugsweise ein Elektrofeldmeter bzw. eine elektrische Feldmühle (auch Rotationsvoltmeter genannt).

[0037] Schließlich umfasst das Überwachungssystem eine Benutzerschnittstelle 8 und/oder Signaleinrichtung 7 zur Ausgabe einer Information und/oder eines Signals 6, insbesondere in Form einer Blitzwarnung oder Blitzentwarnung.

[0038] Die Datenverarbeitungseinrichtung 5 ist dazu eingerichtet, die Information und/oder das Signal 6 in Abhängigkeit der mittels des Blitzortungssystems 4 gewonnenen (ersten) Daten und der mit der Messvorrichtung 9 gewonnenen (zweiten) Daten zu generieren und/oder auszugeben.

[0039] Das Blitzortungssystem 4 umfasst mehrere, verteilt angeordnete Sensoreinrichtungen 4a, insbesondere in Form von Antennen, die vorzugsweise mehrere Kilometer, bevorzugt zumindest 10 km, üblicherweise mehrere 10km, voneinander entfernt angeordnet sind. Die Sensoreinrichtungen 4a können zu Gänze oder teilweise außerhalb des Betriebsgeländes 3 liegen.

[0040] Das Überwachungssystem und insbesondere die Datenverarbeitungseinrichtung 5 kann zur Ausführung des nachfolgend beschriebenen Verfahrens bzw. seiner Varianten ausgebildet sein.

[0041] Das Überwachungsverfahren umfasst die Schritte:

- (a) Detektion, Lokalisierung und zeitliche Zuordnung von Blitzen mittels eines Blitzortungssystems 4,
- (b) Auswertung der mittels des Blitzortungssystems 4 gewonnenen Daten mittels einer Datenverarbeitungsvorrichtung 5,
- (c) Auswertung der Daten zumindest einer, in dem Überwachungsgebiet angeordneten, von dem Blitzortungssystem 4 unabhängigen Messvorrichtung 9 zur Messung des elektrischen Feldes in der Luft, insbesondere einer elektrischen Feldmühle,
- (d) Generierung einer Information und/oder eines Signals 6, insbesondere in Form einer Blitzwarnung oder Blitzentwarnung, und Ausgabe der Information und/oder des Signals an zumindest einer Benutzerschnittstelle 8 und/oder Signaleinrichtung 7.

[0042] Die Generierung und Ausgabe der Information und/oder des Signals 6 gemäß Schritt (d) erfolgt in Abhängigkeit der mittels des Blitzortungssystems 4 gewonnenen Daten und der mittels der Messvorrichtung 9 gewonnenen Daten.

[0043] Die Auswertung der mittels des Blitzortungssystems 4 gewonnenen Daten in Schritt (b) kann dadurch erfolgen, dass zumindest ein Wert ermittelt wird, der ein Maß für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines oder mehrerer Blitze(s) in dem Überwachungsgebiet ist. Dies kann z.B. mittels eines Algorithmus bzw. einer empirischen Formel erfolgen, welche als (Eingangs-) Variable z.B. den zeitlichen Abstand zum letzten Blitz in einem vordefinierten räumlichen Gebiet hat.

[0044] Es ist bevorzugt, wenn in Abhängigkeit der Auswertung gemäß Schritt (b) der Beginn und/oder die Länge einer Wartezeit, vorzugsweise in Form eines Countdowns, festgelegt wird, wobei während der Wartezeit ein im Überwachungsgebiet liegendes Betriebsgelände 3 für zumindest einen Teil des Betriebes gesperrt und/oder alarmiert bleibt.

[0045] Die oben genannte Wartezeit kann verkürzt und das Überwachungsgebiet für zumindest einen Teil des Betriebes freigegeben werden, wenn die Auswertung gemäß Schritt (c) ergibt, dass die elektrische Feldstärke in der Luft und/oder ein damit zusammenhängender Parameter, vorzugsweise die zeitliche Änderung der elektrischen Feldstärke, einen Grenzwert erreicht und/oder

unterschritten hat und/oder unterhalb eines Grenzwertes liegt.

[0046] Die maximale Wartezeit, die dann gegebenenfalls unter den oben genannten Bedingungen verkürzt werden kann, beträgt vorzugsweise höchstens 10 Minuten, besonders bevorzugt höchstens 5 Minuten.

[0047] Wie in Fig. 1 dargestellt sind das Blitzortungssystem 4 und die Messvorrichtung(en) 9 mit der Datenverarbeitungseinrichtung 5 verbunden. Die Schritte (b) und (c) können somit auch in derselben Datenverarbeitungseinrichtung 5 durchgeführt werden.

[0048] Die Information und/oder das Signal 6 kann z.B. in Form einer Bildschirmanzeige und/oder eines akustischen Signals und/oder eines optischen Signals oder/oder zumindest einer elektronischen Nachricht, insbesondere einer SMS und/oder Push-Nachricht, ausgegeben werden.

[0049] Zur Auswertung gemäß Schritt (b) kann das Überwachungsgebiet, vorzugsweise mittels zumindest zweier Umkreisradien R_1 , R_2 (siehe Fig. 1), in zumindest zwei Gebiete 1, 2 aufgeteilt werden, wobei das zweite Gebiet 2 (oder Kerngebiet) innerhalb des ersten Gebietes 1 (oder Vorwarngebiet) liegt. Die Generierung und Ausgabe der Information und/oder des Signals 6 gemäß Schritt (d) kann in Abhängigkeit davon erfolgt, in welchem der zumindest zwei Gebiete 1, 2 der letzte Blitz aufgetreten ist. Der oben erwähnte Wert als Maß für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Blitzes kann für beide Gebiete 1, 2 gesondert ermittelt werden.

[0050] In Fig. 2 ist das Überwachungsverfahren schematisch dargestellt. Zunächst werden die Daten des Blitzortungssystems 4 und die Daten der Messvorrichtung 9 in die bzw. der Datenverarbeitungseinrichtung 5 zusammengeführt. Der darin implementierte Algorithmus 5a (siehe Fig. 1 und 3) steuert die Generierung und Ausgabe der Information / des Signals über eine Benutzerschnittstelle 8 und/oder eine Signaleinrichtung 7. Je nach dem Ergebnis der Auswertung wird entweder ein Alarmsignal 11 (z.B. mittels roter Farbe) oder ein Freigabesignal 13 (z.B. mittels grüner Farbe) ausgegeben (Fig. 2). Alternativ kann auch - wie in den Fig. 3 und 4 dargestellt - zumindest eine Zwischenstufe vorgesehen sein, z.B. eine Warninformation 12 (z.B. mittels gelber Farbe), welche eine im Hinblick auf das Alarmsignal abgeschwächte Risiko-Information darstellt.

[0051] Fig. 3 zeigt eine von vielen möglichen Ausgestaltungen des Algorithmus 5a zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel werden folgende Eingangsgrößen herangezogen:

- Information, ob die Messvorrichtung(en) 9 ordnungsgemäß funktionieren,
- elektrische Feldstärke in Luft (gemessen von der Messvorrichtung 9),
- Blitzereignisse innerhalb der Radien R_1 und R_2 (aus Daten des Blitzortungssystem 4),
- Wartezeit als Sicherheits-Zeitpuffer, die ausgehend von einem Blitzereignis innerhalb R_1 oder R_2 bis zur vorgesehenen Freigabe des Betriebs auf dem Betriebsgelände 3 läuft; die Wartezeit kann als konstanter Wert vorgegeben sein oder in Abhängigkeit von Risikoabwägungen bzw. Wahrscheinlichkeitsberechnungen variabel festgelegt werden.
- Zeitspanne, die ausgehend von einem Blitzereignis innerhalb R_2 (oder R_1) bis zur Verwendung der mittels der Messvorrichtung(en) 9 gewonnen Daten läuft. Diese Zeitspanne kann z.B. als konstanter Wert vorgegeben sein.

[0052] Nach dem Start 10 des Verfahrens wird im Entscheidungsknoten 10a geprüft, ob ein Blitz innerhalb des Radius R_2 (Fig. 1) aufgetreten ist und die (vorgegebene) Zeitspanne bis zur Verwendung der mittels der Messvorrichtung(en) 9 gewonnen Daten läuft. Trifft dies zu (Y) wird an einer Signaleinrichtung 7 (z.B. Leuchtmittel) ein Alarmsignal 11 ausgegeben (z.B. rotes Licht).

[0053] Trifft dies nicht zu (N), wird nachfolgend im Entscheidungsknoten 10b geprüft, ob ein Blitz innerhalb des Radius R_2 (Fig. 1) aufgetreten ist und die Wartezeit (Sicherheits-Zeitpuffer bis zur geplanten Betriebsfreigabe) läuft.

[0054] Trifft dies zu (Y) wird nachfolgend im Entscheidungsknoten 10c geprüft, ob die Messvorrichtung(en) 9 funktionieren und deren Daten (z.B. die elektrische Feldstärke in Luft) berücksich-

tigt werden. Trifft dies nicht zu (N), wird an einer Signaleinrichtung 7 (z.B. Leuchtmittel) ein Alarmsignal 11 ausgegeben (z.B. rotes Licht).

[0055] Trifft dies zu (Y), wird nachfolgend im Entscheidungsknoten 10d geprüft, ob zumindest zwei Messvorrichtungen 9 (Fig. 1) funktionieren und innerhalb der letzten, z.B. innerhalb der letzten drei, Minuten die elektrische Feldstärke unter einem ersten Grenzwert liegt und innerhalb der letzten Minute die elektrische Feldstärke unter einem zweiten Grenzwert, der kleiner ist (vorzugsweise zumindest halb so groß) als der erste Grenzwert, liegt. Trifft dies nicht zu (N), wird an einer Signaleinrichtung 7 (z.B. Leuchtmittel) ein Alarmsignal 11 ausgegeben (z.B. rotes Licht). Trifft dies zu (Y), wird an einer Signaleinrichtung 7 (z.B. Leuchtmittel) ein Warnsignal 12 ausgegeben (z.B. gelbes Licht). Alternativ (z.B. bei bestimmten Betriebstätigkeiten) könnte an dieser Stelle bereits auch ein Freigabesignal 13 ausgegeben werden.

[0056] In der beschriebenen Ausführungsform stellt das Warnsignal 12 im Vergleich zum Alarmsignal 11 eine abgestufte Form dar. So könnten bei Vorliegen bloß eines Warnsignals 12 bereits bestimmte Tätigkeiten am Betriebsgelände 3 freigegeben werden.

[0057] Trifft im Entscheidungsknoten 10b nicht zu (N), dass ein Blitz innerhalb des Radius R2 aufgetreten ist und die Wartezeit (Sicherheits-Zeitpuffer bis zur geplanten Betriebsfreigabe) läuft, wird nachfolgend im Entscheidungsknoten 10e geprüft, ob ein Blitz innerhalb des Radius R1 aufgetreten ist und die Wartezeit (Sicherheits-Zeitpuffer bis zur geplanten Betriebsfreigabe) läuft. Trifft dies zu (Y), wird an einer Signaleinrichtung 7 (z.B. Leuchtmittel) ein Warnsignal 12 ausgegeben (z.B. gelbes Licht). Trifft dies nicht zu (N), wird an einer Signaleinrichtung 7 (z.B. Leuchtmittel) ein Freigabesignal 13 ausgegeben (z.B. grünes Licht).

[0058] Anstelle von Signalen, die an einer Signaleinrichtung (z.B. Leuchtmittel, Lautsprecher, etc.) ausgegeben werden, können auch entsprechende Informationen an einer Benutzerschnittstelle, wie einem Bildschirm, angezeigt werden.

[0059] Aus dem dargestellten Beispiel ist zu ersehen, dass zumindest in den Entscheidungsknoten 10c und 10d die mittels der Messvorrichtung(en) 9 zur Messung des elektrischen Feldes in Luft gewonnenen Daten herangezogen werden. D.h. die Generierung und Ausgabe der Information und/oder des Signals erfolgt nicht nur in Abhängigkeit der mittels des Blitzortungssystems 4 gewonnenen Daten (z.B. Information, wann und in welchem Umkreis - R1 oder R2 - ein Blitz aufgetreten ist), sondern auch in Abhängigkeit der mittels der zumindest einen Messvorrichtung 9 gewonnenen Daten.

[0060] Fig. 4 zeigt den Ausschnitt einer Bild- oder Leuchtanzeige und die für die einzelnen Signale 11, 12, 13 bzw. Informationen vorgesehenen Felder. In der dargestellten Ausführungsform wird für das Alarmsignal 11 der Zentrumsbereich vorgesehen, für das Warnsignal 12 ein Zwischenbereich und für das Freigabesignal 13 die Peripherie. Auf diese Weise kann dem verantwortlichen Personal auf intuitiv wirksame Weise der aktuelle Überwachungsstatus angezeigt werden.

[0061] Schließlich betrifft die Erfindung auch ein Datenverarbeitungssystem und/oder auf einem Datenträger gespeichertes Computerprogrammprodukt, zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet, wobei auf dem Datenverarbeitungssystem und/oder in dem Computerprogrammprodukt ein Algorithmus hinterlegt ist, der die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens aufweist.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 erstes Gebiet
- 2 zweites Gebiet
- 3 Betriebsgelände
- 4 Blitzortungssystem
- 4a Antennen
- 5 Datenverarbeitungsvorrichtung
- 5a Algorithmus
- 6 Signal
- 7 Signaleinrichtung
- 8 Benutzerschnittstelle
- 9 Messvorrichtung zur Messung des elektr. Feldes in der Luft
- M Mittelpunkt
- R1 erster Radius
- R2 zweiter Radius
- 10 Start des Verfahrens
- 10a Entscheidungsknoten „Blitz innerhalb R1 und Zeitspanne bis zur Verwendung der mittels der Messvorrichtung gewonnenen Daten läuft“
- 10b Entscheidungsknoten „Blitz innerhalb R1 und Wartezeit läuft“
- 10c Entscheidungsknoten „Messvorrichtung funktioniert und deren Daten werden berücksichtigt“
- 10d Entscheidungsknoten „zumindest 2 Messvorrichtungen funktionieren und innerhalb der letzten 3 Minuten liegt die elektrische Feldstärke unter einem ersten Grenzwert und innerhalb der letzten Minute liegt die elektrische Feldstärke unter einem zweiten Grenzwert, der kleiner ist (vorzugsweise zumindest halb so groß) als der erste Grenzwert“
- 10e Entscheidungsknoten „Blitz innerhalb R2 und Wartezeit läuft“
- 11 Alarmsignal
- 12 Warnsignal
- 13 Freigabesignal

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet, wobei vorzugsweise in dem Überwachungsgebiet ein Betriebsgelände (3), insbesondere ein Flughafengelände oder eine Baustelle oder ein Bergwerks- bzw. Minengelände, liegt, umfassend die Schritte:
 - (a) Detektion, Lokalisierung und zeitliche Zuordnung von Blitzen mittels eines Blitzortungssystems (4),
 - (b) Auswertung der mittels des Blitzortungssystems (4) gewonnenen Daten mittels einer Datenverarbeitungsvorrichtung (5),
gekennzeichnet durch die Schritte:
 - (c) Auswertung der Daten zumindest einer, in dem Überwachungsgebiet angeordneten, von dem Blitzortungssystem (4) unabhängigen Messvorrichtung (9) zur Messung des elektrischen Feldes in der Luft, wobei vorzugsweise die Messvorrichtung (9) ein Elektrofeldmeter, bevorzugt eine elektrische Feldmühle, ist,
 - (d) Generierung einer Information und/oder eines Signals (6), insbesondere in Form einer Blitzwarnung oder Blitzentwarnung, und Ausgabe der Information und/oder des Signals an zumindest einer Benutzerschnittstelle (8) und/oder Signaleinrichtung (7),
wobei die Generierung und Ausgabe der Information und/oder des Signals (6) gemäß Schritt (d) in Abhängigkeit der mittels des Blitzortungssystems (4) gewonnenen Daten und der mittels der zumindest einen Messvorrichtung (9) gewonnenen Daten erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Schritt (b) zumindest ein Wert ermittelt wird, der ein Maß für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines oder mehrerer Blitze(s) in dem Überwachungsgebiet ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Abhängigkeit der Auswertung gemäß Schritt (b) der Beginn und/oder die Länge einer Wartezeit, vorzugsweise in Form eines Countdowns, festgelegt wird, wobei während der Wartezeit ein im Überwachungsgebiet liegendes Betriebsgelände (3), insbesondere ein Flughafengelände oder eine Baustelle oder ein Bergwerks- bzw. Minengelände, für zumindest einen Teil des Betriebes gesperrt und/oder alarmiert bleibt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wartezeit verkürzt und das Überwachungsgebiet für zumindest einen Teil des Betriebes freigegeben wird, wenn die Auswertung gemäß Schritt (c) ergibt, dass die elektrische Feldstärke in der Luft und/oder ein damit zusammenhängender Parameter, vorzugsweise die zeitliche Änderung der elektrischen Feldstärke, einen Grenzwert erreicht und/oder unterschritten hat und/oder unterhalb eines Grenzwertes liegt, und/oder wenn die Auswertung gemäß Schritt (c) ergibt, dass aus der elektrischen Feldstärke in der Luft und/oder einem damit zusammenhängenden Parameter, vorzugsweise der zeitlichen Änderung der elektrischen Feldstärke, eine geringe oder verschwindende aktuelle Blitzwahrscheinlichkeit, vorzugsweise eine Blitzwahrscheinlichkeit unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes, ableitbar ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die maximale Wartezeit höchstens 10 Minuten, vorzugsweise höchstens 5 Minuten beträgt und/oder dass das Überwachungsgebiet für zumindest einen Teil des Betriebes infolge der Auswertung der Daten gemäß Schritt (c) früher freigegeben wird, als wenn nur die Auswertung der mittels des Blitzortungssystems (4) gewonnenen Daten gemäß Schritt (b) berücksichtigt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass Schritte (b) und Schritt (c) in derselben Datenverarbeitungseinrichtung (5) durchgeführt werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Information und/oder das Signal (6) in Form einer Bildschirmanzeige und/oder eines akustischen Signals und/oder eines optischen Signals oder/oder zumindest einer elektronischen Nachricht, insbesondere einer SMS und/oder Push-Nachricht, ausgegeben wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Blitzortungssystem (4) mehrere verteilt angeordnete Sensoreinrichtungen (4a), insbesondere in Form von Antennen, umfassen, die vorzugsweise jeweils mehrere Kilometer, bevorzugt jeweils zumindest 10 km, voneinander entfernt angeordnet sind.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine, vorzugsweise zumindest zwei, Messvorrichtung(en) (9) zur Messung des elektrischen Feldes in der Luft innerhalb des Betriebsgeländes (3) angeordnet ist/sind.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Auswertung gemäß Schritt (b) das Überwachungsgebiet, vorzugsweise mittels zumindest zweier Umkreisradien (R1, R2), in zumindest zwei Gebiete (1, 2) aufgeteilt wird, wobei das zweite Gebiet (2) innerhalb des ersten Gebietes (1) liegt.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Generierung und Ausgabe der Information und/oder des Signals (6) gemäß Schritt (d) in Abhängigkeit davon erfolgt, in welchem der zumindest zwei Gebiete (1, 2) der letzte Blitz aufgetreten ist.
12. Überwachungssystem zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet, wobei vorzugsweise in dem Überwachungsgebiet ein Betriebsgelände (3), insbesondere ein Flughafengelände oder eine Baustelle oder ein Bergwerks- bzw. Minengelände, liegt, umfassend:
 - ein Blitzortungssystem (4) zur Detektion, Lokalisierung und zeitlichen Zuordnung von Blitzen,
 - eine Datenverarbeitungsvorrichtung (5) zur Auswertung der mittels des Blitzortungssystems (4) gewonnenen Daten,**dadurch gekennzeichnet**, dass das Überwachungssystem
 - zumindest eine, vorzugsweise zumindest zwei, in dem Überwachungsgebiet angeordnete, von dem Blitzortungssystem (4) unabhängige Messvorrichtung(en) (9) zur Messung des elektrischen Feldes in der Luft, wobei vorzugsweise die zumindest eine Messvorrichtung (9) ein Elektrofeldmeter, bevorzugt eine elektrische Feldmühle, ist, und
 - eine Benutzerschnittstelle (8) und/oder Signaleinrichtung (7) zur Ausgabe einer Information und/oder eines Signals (6), insbesondere in Form einer Blitzwarnung oder Blitzentwarnung,aufweist, wobei die Datenverarbeitungseinrichtung (5) dazu eingerichtet ist, die Information und/oder das Signal (6) in Abhängigkeit der mittels des Blitzortungssystems (4) gewonnenen Daten und der mittels der zumindest einen Messvorrichtung (9) gewonnenen Daten zu generieren und/oder auszugeben.
13. Überwachungssystem nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass es zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausgebildet ist.
14. Algorithmus zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet, wobei der Algorithmus die Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 aufweist.
15. Datenverarbeitungssystem und/oder auf einem Datenträger gespeichertes Computerprogrammprodukt, zum Überwachen einer Blitzaktivität in einem Überwachungsgebiet, wobei auf dem Datenverarbeitungssystem und/oder in dem Computerprogrammprodukt ein Algorithmus hinterlegt ist, der die Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 aufweist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

Fig.1

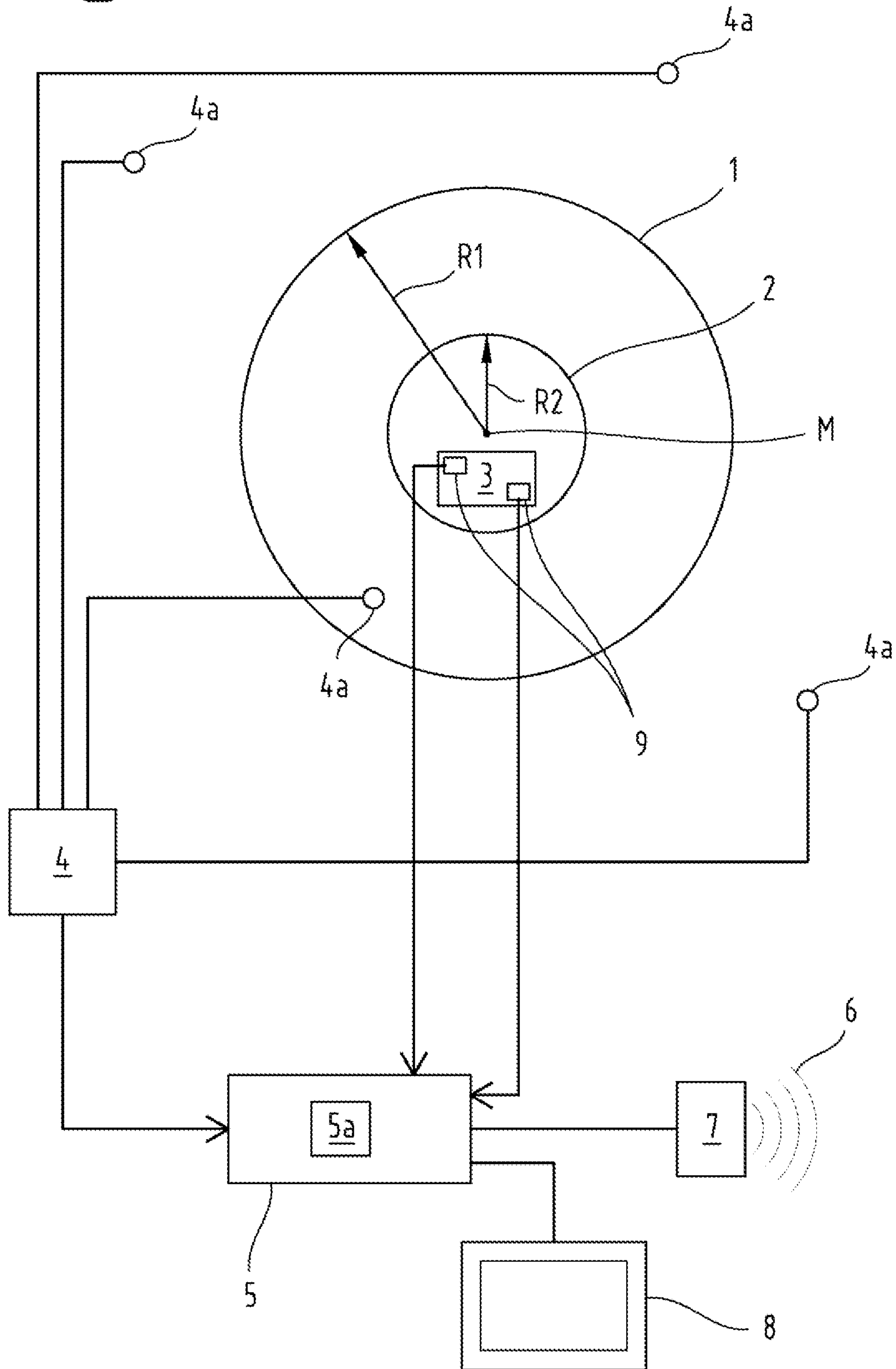


Fig.2

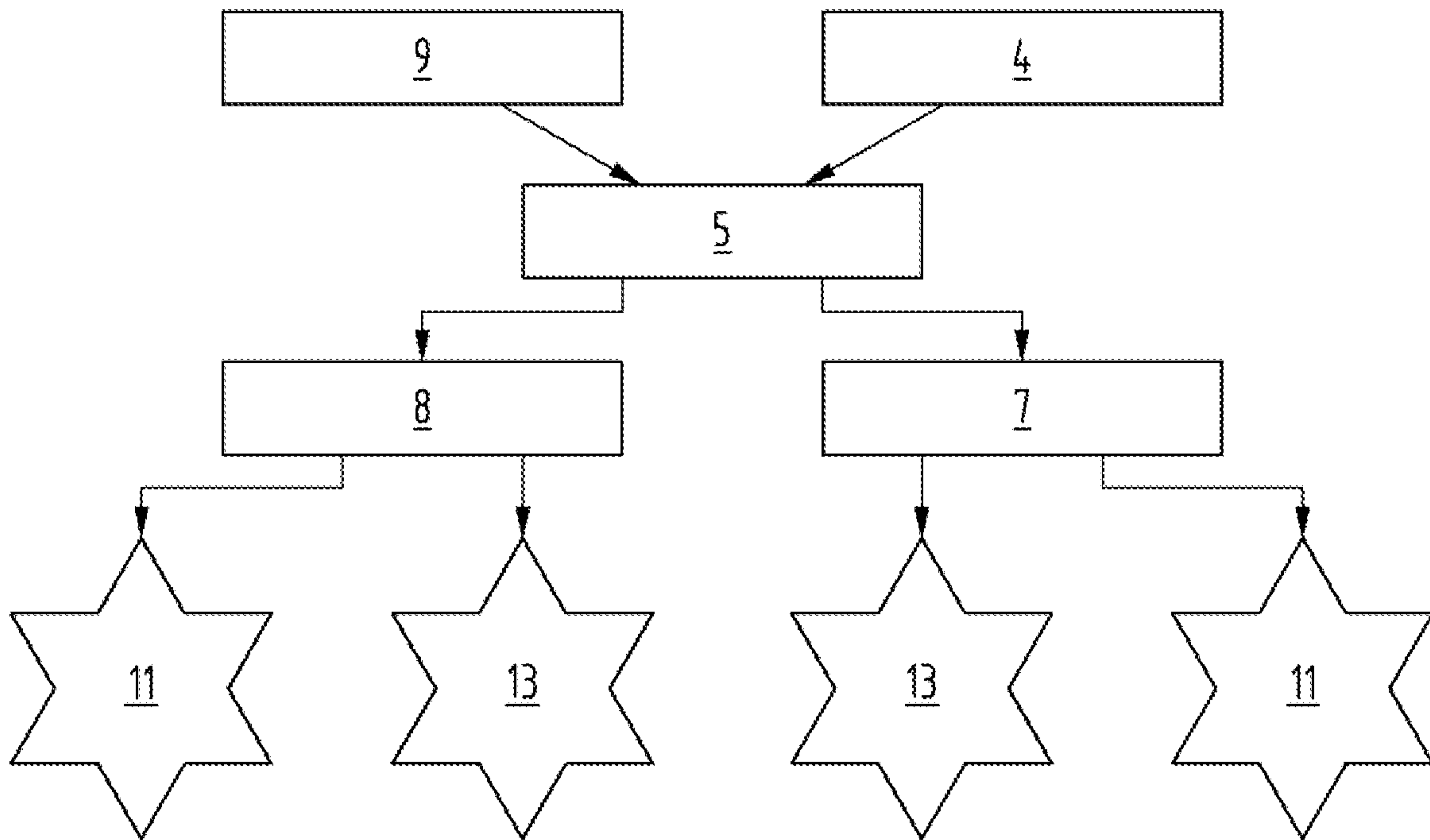


Fig.4

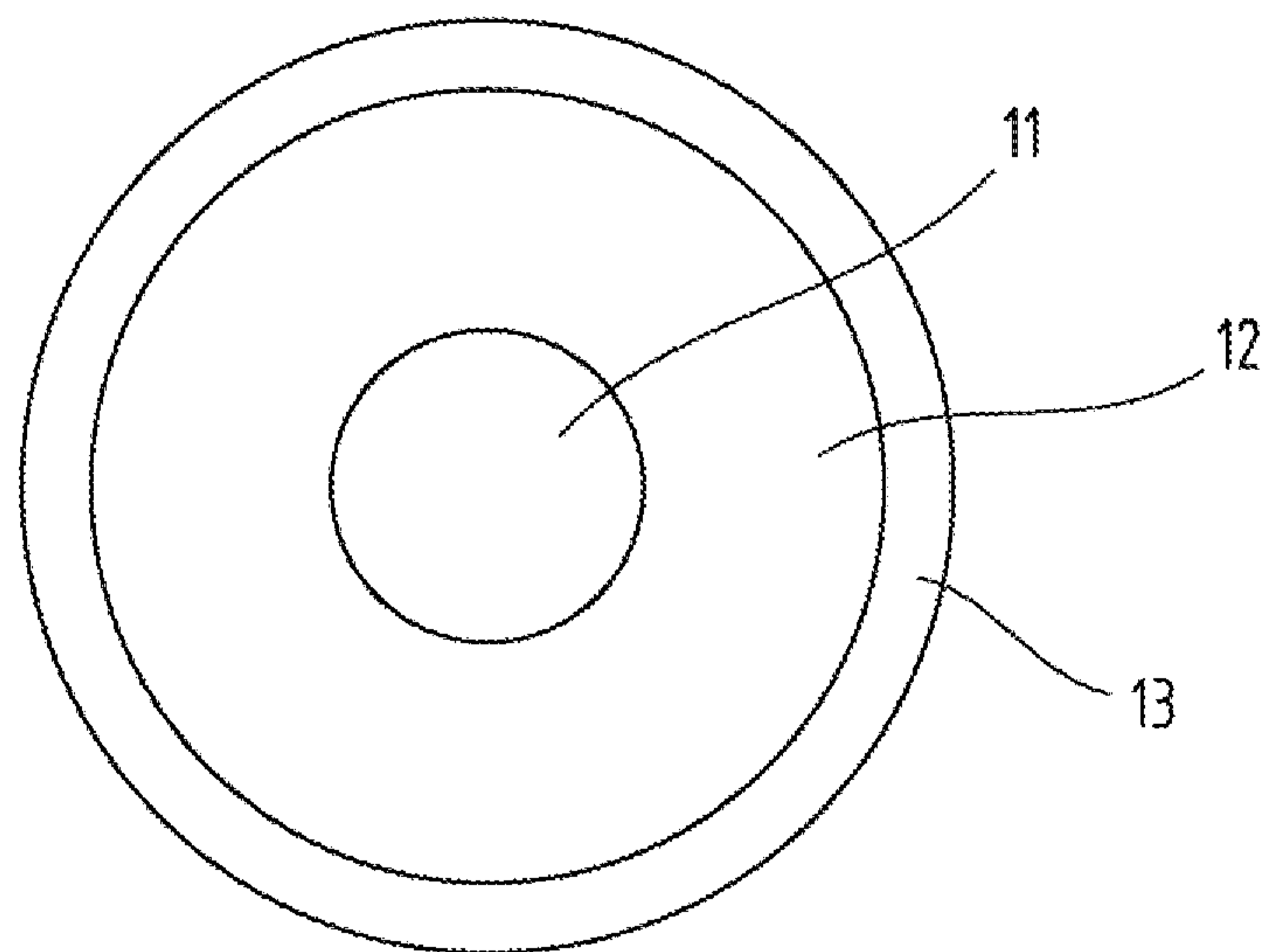


Fig.3

5a

