

Neue Mikrosensoren für elektrische Feldstärke

Elektrische Felder und Spannungen sicher, mobil, robust und berührungslos messen

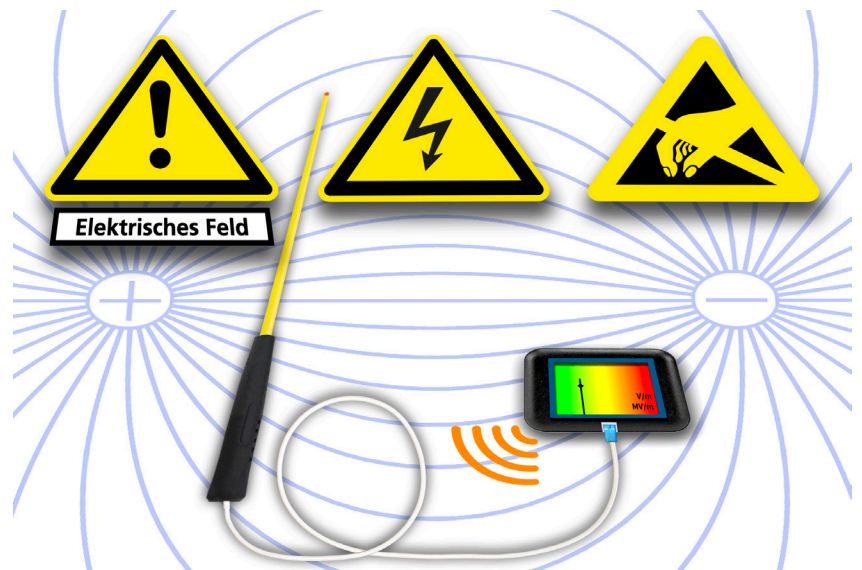
Die fundamentale physikalische Größe der elektrischen Feldstärke ist seit Jahrhunderten bekannt und trotzdem noch immer kaum quantitativ messbar. Dies gilt besonders für statische und niederfrequente Felder bis etwa 10 kHz. Grund dafür ist die extrem leichte Störbarkeit des Feldes durch die Messung bzw. den Sensor selbst. Insbesondere eine geerdete Zuleitung, Änderungen im Umfeld oder metallische Komponenten verzerren das Feld stark. Dadurch haben Messungen bisher nur stark eingeschränkte Aussagekraft. Verlässliche Messungen können nur in wohldefinierten Umgebungen stattfinden, viele Anwendungen sind mit dem heutigen Stand der Technik einer validen Messung nicht zugänglich. Die bereits heute möglichen Messungen sind aufwändig, weil die derzeitigen Systeme nicht vorkalibriert einsetzbar sind. Die heute verfügbaren Messsysteme bestehen im Wesentlichen aus elektromechanischen Komponenten, was sie prinzipiell fehleranfällig macht. Außerdem sind sie oft groß und schwer – mehrere Dezimeter bzw. kg – was ihre Einsatzmöglichkeit stark beschränkt.

Ziel

Sensoren zu entwickeln, die klein, leicht, verlässlich, einfach handzuhaben und sicher in der Anwendung sein sollten, war die Zielsetzung von Prof. Franz Keplinger und seiner Forschungsgruppe an der TU Wien, gemeinsam mit Kollegen an der Donau-Universität Krems.

Lösung

Die neuen Sensoren basieren auf Mikrostrukturen, die höchste Zuverlässigkeit und ausgezeichnete Detailauflösung ermöglichen. Diese Strukturen wandeln die elektrische Feldstärke in eine mechanische Oszillation um, die anschließend optisch und damit rückwirkungsfrei ausgelesen wird. Der Sensor wird je nach Anwendung passiv oder aktiv betrieben. Die für den aktiven Modus



Wichtige Messungen von statischen Feldern und niederfrequenten Wechselfeldern oder Gleichstromfeldern werden erstmals praktikabel und zuverlässig möglich

erforderliche elektrische Anregung erfolgt direkt an der Mikrostruktur ohne elektrische Erdverbindung, wodurch das zu vermessende elektrische Feld nicht wesentlich gestört wird. Dadurch kann das System vorkalibriert und portabel eingesetzt werden, und lässt sich somit unkompliziert nutzen.

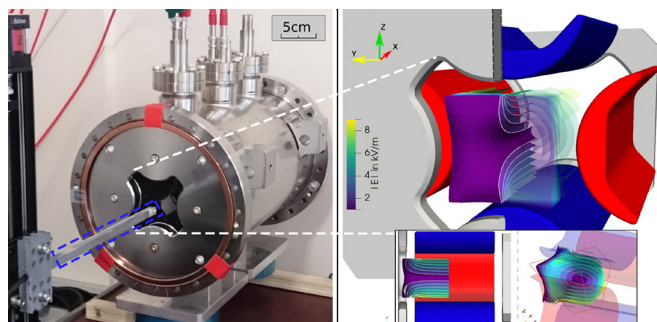
Ergebnisse

Der Sensor hat eine Größe von etwa $6 \times 6 \times 1 \text{ mm}^3$. Dazu kommen faseroptische Anbindung zu einer platzsparenden Datenauswertung und robuste Optoelektronik sowie deren Batterieversorgung.

Die bisherigen Einsätze der neuen Messtechnik haben gezeigt, dass eine sehr genaue Vermessung auch kleinräumiger Feldverteilungen möglich ist und das neue Messsystem verlässliche Ergebnisse liefert. Beispielsweise wurden am Europäischen Kernforschungszentrum CERN die elektrischen Felder von Komponenten zur Teilchenstrahlmanipulation in bisher nicht erreichbarer Präzision vermessen.

Die zur Fertigung der Mikrostruktur eingesetzte Technologie ist vielfach bewährt und ergibt äußerst verlässliche, robuste Systeme (MEMS). Sie erlaubt eine sehr kostengünstige Skalierung der Produktion.

Die neuen E-Feldsensoren zeichnen sich durch eine Reihe von Merkmalen aus, die sie für verschiedenste Anwendungen prädestinieren, für die bisher keine befriedigenden Lösungen vorliegen.



Sonde (blau strichliert) mit Sensor an der Spitze bei Vermessung des Feldes in einer Einheit zur Fokussierung von Teilchenstrahlen am CERN und die Messergebnisse (rechts)

Notizen

Anwendungen

- Warneinrichtungen vor Hochspannungen („Geigerzähler“ für elektrische Felder) – für Arbeiter im Bereich von Umspannwerken und Stromtrassen, für Krananlagen, Hebebühnen, Flugzeuge, Helikopter, Drohnen etc.
- Warnung vor statischer Aufladung (ESD-Schutz)
- Vorbeugung gegen Staubexplosionen (z.B. Mehl, Späne)
- Anzeige von Restladung (z.B. in vom Netz genommenen Hochspannungsleitungen)
- Überwachung von realen Expositionsgrenzwerten für elektrische Felder (Gleichstrom-, Wechselstrom-, Hybridtrassen, Umspannwerke etc.)
- Warnung vor Gewitterbildung und Blitzschlag
- Ladungsanzeige für Batterien und Akkus – berührungslos
- berührungslose Objekterkennung

Vorteile

- miniaturisierter Sensor für kontaktlose Vermessung elektrischer Felder
- berührungslose Messung von Gleich- und Wechselspannungen (DC, AC)
- für Hoch-, Mittel- und Niederspannung
- für mobile und stationäre Anwendungen
- sehr hohe Empfindlichkeit – Vorwarnung über hohe Entfernung
- hohe Sicherheit und Messgüte
- robust und langlebig
- keine geerdeten Leitungen – potentialfreies System
- keine vor-Ort Kalibrierung erforderlich – sofort einsetzbar
- einfach handhabbar – keine spezielle Einschulung nötig
- kostengünstige Massenfertigung möglich

Kontakt

Prof. Dr. Franz Keplinger
TU Wien – Institut für Sensor- und Aktuatorssysteme

www.isas.tuwien.ac.at

+43 1 58801 36640

franz.keplinger@tuwien.ac.at, foma@tuwien.ac.at