

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

6. November 2017 || Seite 1 | 3

Erste Testreihen mit Pikosekundenlaser am INT zur Kartierung von Single Event Effects (SEE)

Euskirchen – Wissenschaftler der Abteilung Nukleare Effekte in Elektronik und Optik (NEO) am Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT in Euskirchen starten eine Versuchsreihe mit einem neu installierten Pikosekundenlaser. Ziel ist es, die für Single Event Effects (SEE) anfälligen Regionen an elektronischen Bauteilen zu lokalisieren. SEEs entstehen, wenn Teilchen der kosmischen, ionisierenden Strahlung wie Neutronen oder Protonen in elektronische Bauteile einschlagen. Dabei können sowohl temporäre Fehlfunktionen entstehen als auch permanente Schäden, welche ein elektronisches Gerät irreparabel funktionsunfähig machen.

In den letzten 20 Jahren ist die Relevanz des Themas SEE stark gestiegen. Dr. Stefan Metzger, einer der Projektleiter und Leiter der Abteilung Nukleare und Elektromagnetische Effekte (NE) am INT, erklärt: „Es zeigt sich eine Tendenz zur Miniaturisierung von Bauteilen und, damit verbunden, zur Steigerung der Packungsdichte. Kommt es zu einem Einschlag eines ionisierenden Teilchens, ist die Zahl der betroffenen Bauteile heute größer als vor einigen Jahren und damit der Schaden bedeutender für die Leistung des Geräts. Gerade bei neuen Trends wie Autonomem Fahren und E-Mobilität, bei denen höchstintegrierte Steuer- und Leistungs-Elektronik zum Einsatz kommt, ist das ein Problem.“ Da SEEs bei solchen Zukunftstechnologien eine immer größere Rolle spielen, gewinnt auch ihre Erforschung an Bedeutung. Der Laser am INT bietet die Möglichkeit zu testen, welche Bauteile an welchen Stellen für SEEs empfindlich sind und stellt damit eine Grundlage bereit, um Gegenmaßnahmen für SEEs treffen zu können

Zur Simulation der SEEs wird ein Neodym-dotierter Yttrium-Vanadat Laser mit einer Wellenlänge von 1064 Nanometern eingesetzt. Durch die geringe Wellenlänge kann der Laser auf sehr kleine Bereiche fokussiert werden. Da es sich außerdem um einen Pikosekundenlaser handelt, ist dieser im Stande extrem kurze Impulse mit einer Dauer von neun Pikosekunden zu erzeugen. Eine Pikosekunde entspricht lediglich dem Billionstel einer Sekunde. Mittels des Lasers kann der Einschlag eines ionisierenden Teilchens in ein elektronisches Bauteil nachgeahmt und anschließend die Auswirkungen dieses simulierten SEEs analysiert werden.

Präzision und Kosteneinsparungen durch Laseranlage

Im Gegensatz zu vergleichbaren Tests mit Beschleunigern gestaltet sich die Arbeit mit dem Laser leichter, da zum einen keine aufwändigen Maßnahmen zum Strahlenschutz getroffen werden müssen und zum anderen der Einsatz von Lasertechnologie insgesamt wesentlich günstiger und wirtschaftlicher ist. Alternative Versuche zu SEEs wie beispielsweise der Beschuss von Bauteilen mit Schwerionen mittels Beschleunigern sind nicht

Redaktion

Thomas Loosen | Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen, Euskirchen | Telefon 0 2251 18-308 | Appelsgarten 2 | 53879 Euskirchen | www.int.fraunhofer.de | thomas.loosen@int.fraunhofer.de |

FRAUNHOFER INT

annähernd so genau. Es kann nicht gezielt gesteuert werden, wo ein Schwerion das Bauteil treffen soll und da es beim Einschlag zur Ausstrahlung kommt, kann die genaue Stelle des Effekts nicht lokalisiert werden. Im Fall des Lasers kann hingegen auf den Mikrometer genau die Position des SEEs bestimmt werden. Dadurch kann exakt festgestellt werden, an welchen Stellen eines Bauteils mit welcher Wahrscheinlichkeit die verschiedenen SEE-Typen auftreten. Ebenfalls wurden bei Versuchen mit dem Lasersystem bereits SEE-Muster beobachtet, die in Tests mit Schwerionen nicht beobachtet wurden. Wie Dr. Metzger erläutert: „Durch die Testreihen mit dem Laser ergeben sich völlig neue Möglichkeiten der Fehleranalyse.“

PRESSEINFORMATION6. November 2017 || Seite 2 | 3

Voraussetzung ist, dass das Bauteil geöffnet werden muss, da das Laserlicht ansonsten nicht durch die Ummantelung dringt. Dieser Schritt wird ebenfalls am INT mit Hilfe einer speziellen Vorrichtung zum Aufätzen von Bauteilen durchgeführt. Der Laserstrahl mit einem Durchmesser von fünf Mikrometern wird mithilfe eines Mikroskopobjektivs auf das zu beschießende Bauteil fokussiert. Währenddessen lässt ein akustooptischer Modulator (AOM) immer nur einen Impuls zum Bauteil hindurch, der ein einziges ionisierendes Teilchen simulieren soll. Das Bauteil wird anschließend in Schritten von bis zu 100 Nanometern abgetastet, mit variierenden Energieleveln beschossen und die Effekte analysiert. Dadurch kann eine Karte des Bauteils erstellt werden, welche die Regionen zeigt, die anfällig für SEEs sind.

Beschuss aus dem Weltraum

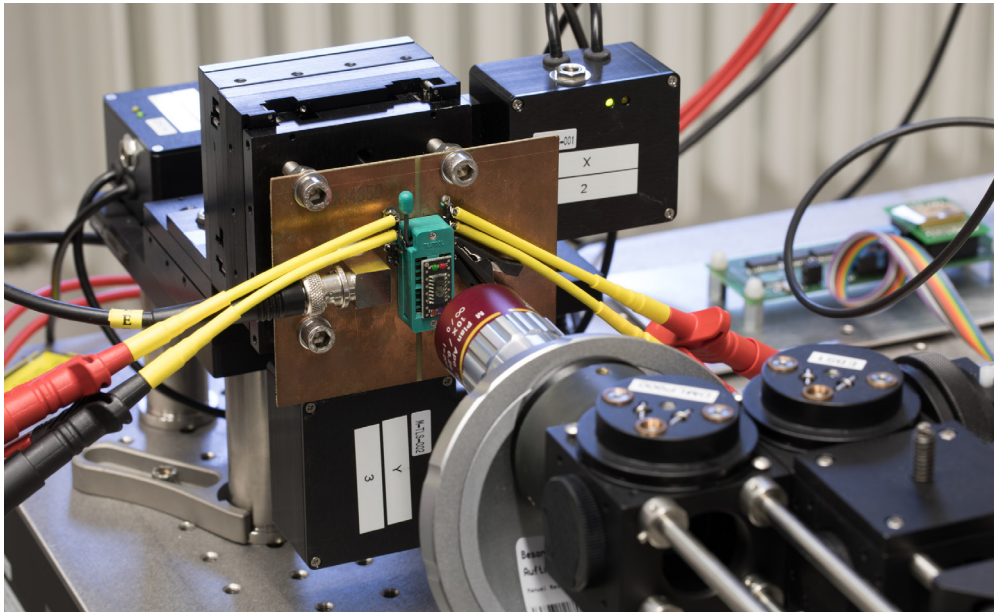
Auslöser für die untersuchten Effekte ist ein Phänomen aus der Astrophysik: Die Erde steht kontinuierlich unter Beschuss von kosmischer Strahlung. Diese stammt aus den Tiefen des Weltraums und besteht größtenteils aus Protonen, Heliumkernen und schwereren Atomkernen. Ein Teilchen ebendieser kosmischen Strahlung kann einen Single Event Effect verursachen. Dabei können verschiedene Typen von SEEs auftreten. Beispielsweise ein Single Event Functional Interrupt (SEFI) führt zum vorübergehenden Verlust der normalen Funktionalität, während bei einem Single Event Burnout (SEB) ein permanenter Kurzschluss entsteht.

Strahlungseffekte auf elektronische Bauteile wie SEEs rücken gerade in der Luft- und Raumfahrt aufgrund der erhöhten Strahlendosis im Weltraum in den Fokus. Dadurch sind besonders Bauteile von Apparaturen in diesen Bereichen wie Satelliten, Raumkapseln oder auch Flugzeuge anfällig einen SEE zu erleiden. Die Intensität der Strahlung aus dem Weltraum nimmt zur Erde hin ab, da diese von Atmosphäre und Magnetfeld gedämpft wird. Aber auch bis zur Erdoberfläche dringen vereinzelt ionisierende Teilchen durch, welche SEEs auslösen können. Eine Unregelmäßigkeit bei der Wahl im belgischen Wahlkreis Schaerbeek, in welchem 4096 Stimmen, also exakt 2^{12} , zu viel registriert wurden, legt als Ursache einen Bitkipper nahe, der durch einen SEE hervorgerufen wurde. Noch dramatischer sind Fehlfunktionen und Ausfälle von Herzschrittmachern und anderen gesundheitsrelevanten Geräten, die durch solche Effekte hervorgerufen werden können.

Redaktion

Thomas Loosen | Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen, Euskirchen | Telefon 0 2251 18-308 | Appelsgarten 2 | 53879 Euskirchen | www.int.fraunhofer.de | thomas.loosen@int.fraunhofer.de |

FRAUNHOFER INT



PRESSEINFORMATION

6. November 2017 || Seite 3 | 3

Versuchsaufbau mit zu beschießendem Bauteil und Mikroskopobjektiv, zur Fokussierung des Laserstrahls.

© Fraunhofer INT

Das Fraunhofer INT bietet wissenschaftlich fundierte Analyse- und Bewertungsfähigkeit über das gesamte Spektrum technologischer Entwicklungen. Vertieft wird dieser Überblick durch eigene Fachanalysen und -prognosen auf ausgewählten Technologiegebieten und durch eigene theoretische und experimentelle Arbeiten auf dem Gebiet elektromagnetischer und nuklearer Effekte.

www.int.fraunhofer.de

Redaktion

Thomas Loosen | Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen, Euskirchen | Telefon 0 2251 18-308 | Appelsgarten 2 | 53879 Euskirchen | www.int.fraunhofer.de | thomas.loosen@int.fraunhofer.de |