

KME – Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH

Zukunft durch Innovation und Forschung

Fälschungssichere Lasermarkierungen zur eindeutigen Bauteilkennzeichnung

Eine eindeutige, kontrastreiche und dauerhafte Kennzeichnung von Bauteilen stellt eine wichtige Voraussetzung für die sichere Rückverfolgbarkeit von Produkten und den Kampf gegen Produktpiraterie dar. Die Lasermarkierung bietet sich als hochwertiges, flexibles, schnelles und weitgehend werkstoffunabhängiges Verfahren an, um die automatisierte Kennzeichnung vorzunehmen. Die zunehmende Verbreitung und sinkende Systempreise führen jedoch dazu, dass Fälscher das Verfahren ebenfalls einsetzen und Logos, QR-Codes, Seriennummern und dergleichen kopiert werden. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens werden Verfahren entwickelt, um unter Verwendung gängiger Lasermarkiersysteme besonders fälschungssichere, sichtbare und unsichtbare Produktkennzeichnungen aufzubringen und die eindeutige Verifizierung und Zuordnung von Produkten zu gewährleisten.

Problemstellung

Die eindeutige Identifizierung und Rückverfolgbarkeit jedes Bauteils, die korrekte Zuordnung von Serien- und Chargennummern sowie die Bereitstellung von Zusatzinformationen wie Hersteller-, Standort- und Produktionsdaten spielen in immer mehr Branchen eine entscheidende Rolle. Beispielsweise werden in der Medizintechnik oder der Automobilindustrie durch die Gesetzgeber bzw. OEMs verschiedene Kennzeichnungs-, Rückverfolgbarkeits- und Dokumentationspflichten gefordert, die eine zuverlässige Kennzeichnung jedes Produkts und die langfristige Speicherung der zugehörigen Daten notwendig machen. Insbesondere im Rahmen von Gewährleistungsfällen oder Rückrufaktionen ist es entscheidend, Produkte und Komponenten schnell und sicher einem Hersteller zuzuordnen und bei Qualitätsproblemen den betroffenen Umfang (z. B. Produktionszeitraum, Werk, Anlage, Werkzeug, Rohstoffcharge o. Ä.) möglichst exakt eingrenzen zu können.

Für Hersteller von Halbzeugen, Komponenten oder Ersatzteilen besteht durch Produktpiraterie ein besonderes Risiko. Wenn gefälschte, minderwertige oder fehlerhafte Produkte unter dem Namen des Originalherstellers in den Verkehr gebracht werden, können Qualitätsmängel der Kopien auf diesen zurückfallen. Es ist deshalb entscheidend, die eigenen Produkte sicher, dauerhaft und möglichst fälschungssicher zu kennzeichnen und die Markierung sowohl für den Hersteller als auch für die Anwender zuverlässig überprüfbar zu gestalten.

Die Lasermarkierung bietet sich als schnelles, hochauflösendes, kontaktloses, individualisierbares, zuverlässiges und nahezu werkstoffunabhängiges Verfahren zur Herstellung derartiger Kennzeichnungen an. Lasermarkierungen sind manipulationssicher, können also nicht zerstörungsfrei verändert oder entfernt werden. Allerdings werden die Markierungen zunehmend kopiert und die Unterscheidung gefälschter Markierungen von den Originalen ist oft nicht mehr eindeutig möglich. Bisher existieren nur wenige Technologien, um die Fälschungssicherheit der Markierungen selbst zu gewährleisten. So wurden zum Beispiel Ansätze verfolgt, die Mikrostruktur des Werkstoffs im Bereich der Markierung zu erfassen und zu

dokumentieren oder durch Holographie ein der Markierung überlagertes Muster einzubringen. Auch wenn damit die gewünschte Fälschungssicherheit erreicht werden kann, weisen diese Verfahren erhebliche Nachteile auf, wie z. B. den sehr hohen systemtechnischen Aufwand bei der Generierung und Auswertung sowie die Empfindlichkeit des fälschungssicheren Merkmals gegenüber Veränderungen oder Beschädigung im Gebrauch.

Zielsetzung

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens sollen Methoden und Verfahren entwickelt werden, um besonders fälschungssichere und dauerhafte Lasermarkierungen mit handelsüblichen Markiersystemen erzeugen zu können und eine zuverlässige Auswertung und Verifikation der Markierungen sowohl durch die Hersteller als auch die Anwender zu gewährleisten. Dabei sollen einerseits mit dem menschlichen Auge erkennbare, aber nur mit hohem technischem Aufwand reproduzierbare Sicherheitsmerkmale, aber auch versteckte Markierungen, die ohne Zusatzgeräte gar nicht erkennbar sind, für die technische Praxis umgesetzt werden.

Für beide Markierungsarten sollen Methoden entwickelt werden, mit welchen codierte und für jedes Produkt individuell generierte Informationen in für Außenstehende nicht nachvollziehbarer Weise in die Markierungen integriert werden können. Dadurch lassen sich selbst exakte Reproduktionen einer echten Markierung erkennen, da diese in dieser Form nur auf dem Originalteil vorkommen kann. Sowohl die Markierprozesse selbst als auch die Methoden zur Codierung der Informationen und Generierung der Steuerbefehle werden dabei so gestaltet, dass sie ohne nennenswerte Einschränkungen bei der Markiergeschwindigkeit eingesetzt werden können. Das Auslesen der Markierungen soll mit einfachen, mobilen Lesegeräten möglich sein.

Vorgehensweise

Für die Herstellung unsichtbarer Markierungen sollen zwei Me-



thoden entwickelt werden.

Für Kunststoffbauteile soll ein Markierungsverfahren eingesetzt werden, das auf der lokalen Modifikation der Fluoreszenzeigenschaften beruht. Durch eine genau definierte Laserbestrahlung können Molekülketten in den Polymeren bzw. geeigneten Additiven im Kunststoff gezielt aufgebrochen werden (Photodissoziation), wodurch die Fluoreszenz im markierten Bereich stark verringert wird. Bei Bestrahlung mit einer darauf angepassten Prüfstrahlung wird das markierte Muster sichtbar bzw. für eine entsprechend abgestimmte Kamera detektierbar. Bei metallischen Werkstoffen wird vergleichbar mit den bekannten Anlassfarben bei der Wärmebehandlung eine Veränderung der oberflächlichen Oxidschicht vorgenommen, die zu wellenlängenabhängigen Interferenzeffekten führen. Durch eine geeignete Prozessführung soll die resultierende Schichtdicke so eingestellt werden, dass im sichtbaren Bereich kein erkennbarer Farbeindruck entsteht, die Modifikation aber durch gängige Industriekameras unter Verwendung einer angepassten Beleuchtung und Wellenlängenfilterung detektierbar wird.



Abbildung 1: Beispiel für eine Markierung mit Anlassfarben auf Edelstahl [Quelle: ACI Laser GmbH]

Die Beständigkeit der Markierungen gegen Umwelteinflüsse und die Einsetzbarkeit auf unterschiedlichsten Werkstoffen, Oberflächenzuständen und Bauteilgeometrien werden ebenfalls untersucht.

Sichtbare Markierungen mit einer bauteilindividuellen Codierung erlauben es, in einem sichtbaren Merkmal, also beispielsweise dem auf einem Bauteil aufgebrachten Firmenlogo, nicht ohne Weiteres erkennbare Zusatzinformationen, wie eine eindeutige Produkt-ID oder das Herstellungsdatum, zu verstecken.

So können beispielsweise individuell bei jedem beschrifteten Bauteil bestimmte Bildpunkte des Logos in der Größe variiert werden (Abb. 2). Bisher sind solche Ansätze mit Einschränkungen bei der Bearbeitungsgeschwindigkeit verbunden, da entweder die Fokusslage mehrfach angepasst oder Teile der Strukturen wiederholt bestrahlt werden müssen. Mit Hilfe einer fokusvariablen Optik, die in der Lage ist, ihre Brennweite synchronisiert mit der Pulsfrequenz des Beschriftungslasers zu verändern, und der Variation der Pulsenergie jedes Einzelpulses soll in diesem Vorhaben die codierte Lasermarkierung ohne Geschwindigkeitseinschränkungen, bei Pulsfrequenzen > 100 kHz, demonstriert werden.

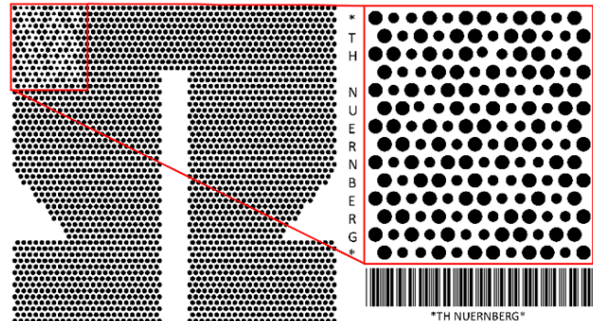


Abbildung 2: Beispiel für einfache versteckte Codierung in einem Logo und äquivalenter Barcode (Kodierung nach Code 39)

Mit bloßem Auge sind die Abweichungen der Punktgröße kaum erkennbar, durch ein Lichtmikroskop oder ein hochauflösendes Machine-Vision-System können die Unterschiede aber erkannt und die codierte Information ausgelesen werden. Durch eine entsprechende Datenbankabfrage bzw. durch Kenntnis des Verschlüsselungsalgorithmus kann so die Authentizität und Zugehörigkeit des Merkmals zum vorliegenden Bauteil verifiziert werden.

Ergebnisse/Nutzen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird erarbeitet, wie mit handelsüblichen Lasermarkiersystemen nicht nur kontrastreiche und dauerhafte Produktkennzeichnungen, sondern auch unsichtbare bzw. versteckte Sicherheitsmerkmale generiert werden können. Diese können ohne Einschränkungen der Bearbeitungsgeschwindigkeit erzeugt und mit kostengünstigen, mobilen und stationären Systemen zuverlässig ausgelesen werden. So markierte Produkte können anhand der Markierungen zuverlässig identifiziert und ihre Echtheit sicher verifiziert werden. Neben einer abschreckenden und damit präventiven Wirkung gegen Produktpiraterie tragen diese Markierungen zu einem deutlich besseren Schutz vor den Folgen von in den Umlauf gebrachten Plagiaten bei. Kunden können die gelieferten Produkte auf ihre Echtheit prüfen und die Hersteller können bei Schadensfällen durch fehlerhafte oder minderwertige Plagiate nachweisen, dass nicht die eigenen Produkte für die Schäden verantwortlich sind.

Die entwickelten Methoden können weitgehend herstellerunabhängig mit vielen am Markt verfügbaren Markiersystemen eingesetzt werden, sodass die Aufwertung bestehender Markierlösungen in vielen Fällen möglich sein wird.

Forschungspartner

Prof. Dr.-Ing. Thomas Frick
Institut für Chemie, Material- und Produktentwicklung
Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

Projektpartner

BBW Lasertechnik GmbH; ebm-papst Landshut GmbH; GFH GmbH; Neue Materialien Bayreuth GmbH; Novanta Europe GmbH; Rathgeber GmbH & Co. KG; Raylase GmbH; RIBE Group; Schaeffler AG; Siemens AG.