



(10) **DE 10 2014 210 611 A1** 2015.12.17

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 210 611.7**

(22) Anmeldetag: **04.06.2014**

(43) Offenlegungstag: **17.12.2015**

(51) Int Cl.: **G06K 1/12** (2006.01)
B23K 26/352 (2014.01)

(71) Anmelder:

**TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG,
71254 Ditzingen, DE**

(74) Vertreter:

**Kohler Schmid Möbus Patentanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB, 70565 Stuttgart,
DE**

(72) Erfinder:

**Zimmermann, Markus, 70771 Leinfelden-
Echterdingen, DE; Weiß, Korbinian, 70193
Stuttgart, DE; Wadehn, Wolf, Dr., 71735
Eberdingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

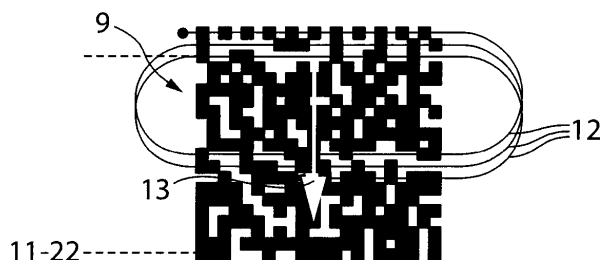
DE	37 13 502	A1
DE	197 11 243	A1
DE	10 2007 012 815	A1
DE	10 2010 037 273	A1
DE	10 2012 111 771	A1
US	2006 / 0 194 205	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Markieren eines DataMatrix-Codes auf einem Werkstück mittels eines Laserstrahls**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zum Markieren eines DataMatrix-Codes in Form einer n-m-Zellenmatrix (9) aus hellen und dunklen Zellen, welche jeweils aus einer hellen oder dunklen s-t-Pixelmatrix bestehen, auf einem Werkstück (6) mittels eines Laserstrahls (5), wobei eine den Laserstrahl (5) auf das Werkstück (6) richtende Laserbearbeitungseinheit (3) den zu markierenden Werkstückbereich pixelzeilenweise mit jeweils konstanter Markierungsgeschwindigkeit (v) und abwechselnd in entgegengesetzter Richtung abfährt und wobei während des Abfahrens die hellen Pixel (10a) und/oder die dunklen Pixel (10b) auf dem Werkstück (6) durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls (5) markiert werden, wird erfindungsgemäß die Laserbearbeitungseinheit (3) von einer bereits abgefahrenen Pixelzeile auf einer bogen- oder schlaufenförmigen Kurve (12, 14), deren Kurvendurchmesser (d) mindestens den doppelten Pixelzeilenabstand beträgt, zu der als nächstes abzufahrenden Pixelzeile geführt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Markieren eines DataMatrix-Codes (DMC) in Form einer $n \cdot m$ -Zellenmatrix ($n, m \geq 2$) aus hellen und dunklen Zellen, welche jeweils aus einer hellen oder dunklen $s \cdot t$ -Pixelmatrix ($s, t \geq 1$) bestehen, auf einem Werkstück mittels eines Laserstrahls, wobei eine den Laserstrahl auf das Werkstück richtende Laserbearbeitungseinheit den zu markierenden Werkstückbereich pixelzeilenweise mit jeweils konstanter Markierungsgeschwindigkeit und abwechselnd in entgegengesetzter Richtung abfährt und wobei während des Abfahrens die hellen Pixel und/oder die dunklen Pixel auf dem Werkstück durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls markiert werden.

[0002] Beim DMC sind die Informationen sehr kompakt in einer quadratischen oder rechteckigen Fläche als Muster von hellen und dunklen Zellen kodiert, wobei jede Zelle durch einen einzigen Pixel oder durch eine Pixelmatrix gebildet ist.

[0003] Bei bekannten Markierungsverfahren wird ein DMC auf ein Werkstück aufgebracht, indem eine den Laserstrahl auf das Werkstück richtende Laserbearbeitungseinheit benachbarte Pixelzeilen des DMC nacheinander in jeweils entgegengesetzter Richtung abfährt und dabei die dunklen Pixel auf der hellen Werkstückoberfläche durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls markiert werden. Beim Übergang von einer Zeile auf die unmittelbar benachbarte nächste Pixelzeile muss die Laserbearbeitungseinheit für die Umkehr ihrer Bewegungsrichtung bis fast zum Stillstand abgebremst und dann wieder auf die Markierungsgeschwindigkeit beschleunigt werden. Diese meist nicht ruckfreien Abbrems- und Beschleunigungsvorgänge bei jedem Zeilenwechsel kosten Zeit und führen insgesamt zu einer Verlängerung der Markierungsdauer des DMC.

[0004] Demgegenüber ist es die Aufgabe der Erfindung, bei einem Verfahren der eingangs genannten Art den DMC in kürzerer Zeit auf das Werkstück aufzubringen.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Laserbearbeitungseinheit von einer bereits abgefahrenen Pixelzeile auf einer schlaufen- oder bogenförmigen Kurve, deren Kurvendurchmesser mindestens den doppelten Pixelzeilenabstand beträgt, zu der als nächstes abzufahrenden Pixelzeile geführt wird. Bevorzugt beträgt der Kurvendurchmesser mindestens das 5-fache, besonders bevorzugt mindestens das 10-fache, des Pixelzeilenabstands.

[0006] Der erfindungsgemäß große Kurvendurchmesser von mindestens dem doppelten Pixelzeilenabstand ermöglicht es der Laserbearbeitungseinheit,

beim Zeilenübergang eine hohe Geschwindigkeit beizubehalten und dadurch die Zeit eines Zeilenwechsels zu minimieren. Bei einer pixelzeilenweisen Abarbeitung mit direkt aufeinander folgenden Pixelzeilen erfolgt der Zeilenübergang zwischen zwei Pixelzeilen über eine schlaufenförmige Kurve, die – im Vergleich zu einem schlaufenlosen Zeilenübergang zwischen zwei direkt benachbarten Pixelzeilen – zwar einen längeren Weg darstellt, aber mit deutlich höherer Geschwindigkeit und ruckfrei abgefahren werden kann, was insgesamt in einer kürzeren Markierungsdauer resultiert. Bei einer pixelzeilenweisen Abarbeitung mit nicht direkt aufeinander folgenden Pixelzeilen erfolgt der Zeilenübergang zwischen zwei Pixelzeilen über eine bogenförmige, insbesondere halbkreisförmige Kurve, die – im Vergleich zu einem Zeilenübergang zwischen zwei direkt benachbarten Pixelzeilen – zwar einen längeren Weg darstellt, aber mit deutlich höherer Geschwindigkeit und ruckfrei abgefahren werden kann, was insgesamt in einer kürzeren Markierungsdauer resultiert.

[0007] Bevorzugt wird die Laserbearbeitungseinheit von einer bereits abgefahrenen Pixelzeile auf einer halbkreisförmigen Kurve zu der als nächstes abzufahrenden Pixelzeile der Zellenmatrix geführt.

[0008] Vorzugsweise beträgt die Kurvengeschwindigkeit der Laserbearbeitungseinheit entlang der Kurve mindestens 50%, bevorzugt mindestens 90%, der konstanten Markierungsgeschwindigkeit.

[0009] Insbesondere bei einem bogen- oder kreisbogenförmigen Zeilenübergang fährt die Laserbearbeitungseinheit die Pixelzeilen der Zellenmatrix bevorzugt jeweils zeilenpaarweise in entgegengesetzter Richtung ab, wobei die beiden Zeilen jedes der Zeilenpaare jeweils um mehr als einen Zeilenabstand, insbesondere um immer den gleichen Zeilenabstand, voneinander entfernt sind. Besonders vorteilhaft ist es, wenn sich in Spaltenrichtung die ersten Zeilen der Zeilenpaare jeweils aneinander anschließen und/oder die zweiten Zeilen der Zeilenpaare jeweils aneinander anschließen. Der Markiervorgang wird beispielsweise in der obersten Pixelzeile des DMC begonnen, und dann wird ein Halbkreis zu einer mittleren Pixelzeile gefahren, die in entgegengesetzter Richtung abgefahren wird. Anschließend wird ein Halbkreis zurück zu der zweitobersten Pixelzeile gefahren, von der über einen Halbkreis zu der nächsttieferen mittleren Pixelzeile gefahren wird. Diese rotierende Abarbeitungsstrategie setzt sich fort bis zur letzten Pixelreihe des DMC.

[0010] Die Pixel können auf dem Werkstück jeweils als Punkt oder als Linie markiert werden, wobei ein runder Pixelpunkt aufgrund seiner besseren Prozessstabilität im Hinblick auf Materialtoleranz und Oberflächenqualität einer Pixellinie vorzuziehen ist.

[0011] Das erfindungsgemäße Markierungsverfahren kann mit Strahlquellen in verschiedensten Leistungsklassen und allen gängigen Wellenlängen, z. B. mit Festkörperlaser (Wellenlängen von z. B. 0,5 μm bis 1 μm) oder mit CO₂-Lasern (Wellenlängen 10,6 μm), umgesetzt werden.

[0012] Die Erfindung betrifft in einem weiteren Aspekt auch eine Lasermarkierungsmaschine („Beschriftungslaser“) mit einem Laserstrahlerzeuger, mit einer in X- und Y-Richtung verfahr- und/oder verschwenkbaren Laserbearbeitungseinheit, die den Laserstrahl auf ein Werkstück richtet, und mit einer Maschinensteuerung, die programmiert ist, die Bewegung der Laserbearbeitungseinheit gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren zu steuern.

[0013] Die Erfindung betrifft schließlich auch ein Computerprogrammprodukt, welches Codemittel aufweist, die zum Durchführen aller Schritte des erfindungsgemäßen Markierungsverfahrens angepasst sind, wenn das Programm auf einer Maschinensteuerung einer Lasermarkierungsmaschine abläuft.

[0014] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstands der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter aufgeführten Merkmale je für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

[0015] Es zeigen:

[0016] Fig. 1 einen zum Durchführen des erfindungsgemäßen Markierungsverfahrens geeigneten Beschriftungslaser;

[0017] Fig. 2 einen Datamatrix-Code am Beispiel einer 22·22-Zellenmatrix aus hellen und dunklen Pixeln;

[0018] Fig. 3a–Fig. 3f die einzelnen Verfahrensschritte eines ersten erfindungsgemäßen Markierungsverfahrens zum Aufbringen eines Datamatrix-Codes auf ein Werkstück;

[0019] Fig. 4a–Fig. 4d die einzelnen Verfahrensschritte eines zweiten erfindungsgemäßen Markierungsverfahrens zum Aufbringen eines Datamatrix-Codes auf ein Werkstück; und

[0020] Fig. 5a, Fig. 5b einen Datamatrix-Code bestehend aus Pixelpunkten (Fig. 5a) und aus Pixellinien (Fig. 5b).

[0021] In der folgenden Figurenbeschreibung werden für gleiche bzw. funktionsgleiche Bauteile identische Bezugszeichen verwendet.

[0022] Der in Fig. 1 perspektivisch als Flachbettmaschine dargestellte Beschriftungslaser **1** umfasst einen z. B. als CO₂-Laser, Diodenlaser oder Festkörperlaser ausgeführten Laserstrahlerzeuger **2**, eine in X- und Y-Richtung verfahrbare Laserbearbeitungseinheit **3** und eine Werkstückauflage **4**. Im Laserstrahlerzeuger **2** wird ein Laserstrahl **5** erzeugt, der mittels eines (nicht gezeigten) Lichtleitkabels oder (nicht gezeigter) Umlenkspiegel vom Laserstrahlerzeuger **2** zu der Laserbearbeitungseinheit **3** geführt wird. Der Laserstrahl **5** wird mittels einer in der Laserbearbeitungseinheit **3** angeordneten Fokussieroptik auf ein Werkstück **6** gerichtet, das auf der Werkstückauflage **4** aufliegt. Der Beschriftungslaser **1** wird darüber hinaus mit Prozessgasen **7**, beispielsweise Sauerstoff und Stickstoff, versorgt. Das Prozessgas **7** wird einer Prozessgasdüse **8** der Laserbearbeitungseinheit **3** zugeführt, aus der es zusammen mit dem Laserstrahl **5** austritt.

[0023] Der Beschriftungslaser **1** dient zum Aufbringen eines zweidimensionalen Data-Matrix-Codes (DMC) **9** auf dem Werkstück **6** mittels des Laserstrahls **5**. Wie in Fig. 2 gezeigt, ist der DMC **9** beispielsweise eine n·m-Zellenmatrix (n, m = 22) aus hellen und dunklen Zellen, wobei jede Zelle durch einen einzigen hellen oder dunklen Pixel oder durch eine helle oder dunkle s·t-Pixelmatrix (s, t $\geq$ 1) gebildet sein kann. Im Folgenden wird lediglich der Einfachheit halber angenommen, dass jede Zelle durch einen einzigen Pixel **10a**, **10b** gebildet ist, also s, t = 1.

[0024] In Fig. 3a bis Fig. 3f sind die einzelnen Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Markierungsverfahrens gezeigt, bei dem die Laserbearbeitungseinheit **3** den zu markierenden Werkstückbereich pixelzeilenweise mit jeweils konstanter Markierungsgeschwindigkeit v und abwechselnd in entgegengesetzter Richtung abfährt und während des Abfahrens die dunklen Pixel **10b** auf dem Werkstück **6** durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls **5** markiert werden.

[0025] Der Markiervorgang wird begonnen, indem die Laserbearbeitungseinheit **3** die oberste, 1.te Pixelzeile **11-1** des DMC **9** mit konstanter Markierungsgeschwindigkeit v abfährt und dabei die dunklen Pixel **10b** auf dem Werkstück **6** durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls **5** markiert werden (Fig. 3a). Danach wird eine halbkreisförmige Kurve **12** zu der 12.ten Pixelzeile **11-12** des DMC **9** gefahren, so dass der Kurvendurchmesser d elf Pixelzeilenabstände beträgt. Die 12.te Pixelzeile **11-12** wird in entgegengesetzter Richtung wie die 1.te Pixelzeile **11-1** mit der konstanten Markierungsgeschwindigkeit v abgefahren, und dabei werden die dunklen Pixel **10b** auf

dem Werkstück **6** durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls **5** markiert (**Fig. 3b**). Danach wird eine halbkreisförmige Kurve **12** zurück zu der 2.ten Pixelzeile **11-2** des DMC **9** gefahren, so dass der Kurvendurchmesser d nun zehn Pixelzeilenabstände beträgt. Die 2.te Pixelzeile **11-2** wird in gleicher Richtung wie die 1.te Pixelzeile **11-1** mit der konstanten Markierungsgeschwindigkeit abgefahren, und dabei werden die dunklen Pixel **10b** auf dem Werkstück **6** durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls **5** markiert (**Fig. 3c**). Danach wird eine halbkreisförmige Kurve **12** zu der 13.ten Pixelzeile **11-13** des DMC **9** gefahren, so dass der Kurvendurchmesser d elf Pixelzeilenabstände beträgt. Die 13.te Pixelzeile **11-13** wird in gleicher Richtung wie die 12.te Pixelzeile **11-12** mit der konstanten Markierungsgeschwindigkeit v abgefahren, und dabei werden die dunklen Pixel **10b** auf dem Werkstück **6** durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls **5** markiert (**Fig. 3d**). Danach wird eine halbkreisförmige Kurve **12** zurück zu der 3.ten Pixelzeile **11-3** des DMC **9** gefahren, so dass der Kurvendurchmesser d zehn Pixelzeilenabstände beträgt. Die 3.te Pixelzeile **11-3** wird in gleicher Richtung wie die 1.te Pixelzeile **11-1** mit der konstanten Markierungsgeschwindigkeit v abgefahren, und dabei werden die dunklen Pixel **10b** auf dem Werkstück **6** durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls **5** markiert (**Fig. 3e**). Diese rotierende Abarbeitungsstrategie setzt sich nach unten in Spaltenrichtung **13** fort, bis schließlich auch die letzte, also die unterste 22.te Pixelreihe **11-22** des DMC **9** markiert ist (**Fig. 3f**).

[0026] Die Kurvengeschwindigkeit der Laserbearbeitungseinheit **3** entlang der halbkreisförmigen Kurven **12** ist jedenfalls so hoch, so dass – im Vergleich zu engen Zeilenübergängen zwischen zwei direkt benachbarten Pixelzeilen – trotz der längeren Kurvenwege die Markierungsdauer deutlich verkürzt ist. Die Kurvengeschwindigkeit kann beispielsweise mindestens 50% der konstanten Markierungsgeschwindigkeit v betragen. Der „überspringende Zeilenwechsel“ bzw. der Kurvendurchmesser braucht nicht unbedingt so groß zu sein, dass von der ersten Pixelzeile zur mittleren Pixelzeile des DMC **9** gesprungen wird, sondern muss nur ausreichend groß sein, um eine hohe Kurvengeschwindigkeit der Laserbearbeitungseinheit **3** beizubehalten.

[0027] In **Fig. 4a** bis **Fig. 4d** sind die einzelnen Verfahrensschritte eines gegenüber **Fig. 3** modifizierten erfindungsgemäßen Markierungsverfahrens gezeigt, bei dem die Laserbearbeitungseinheit **3** den zu markierenden Werkstückbereich pixelzeilenweise mit jeweils konstanter Markierungsgeschwindigkeit v und abwechselnd in entgegengesetzter Richtung abfährt und während des Abfahrens die dunklen Pixel **10b** auf dem Werkstück **6** durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls **5** markiert werden.

[0028] Der Markiervorgang wird begonnen, indem die Laserbearbeitungseinheit **3** die oberste, 1.te Pixelzeile **11-1** des DMC **9** mit konstanter Markierungsgeschwindigkeit v abfährt und dabei die dunklen Pixel **10b** auf dem Werkstück **6** durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls **5** markiert werden (**Fig. 4a**). Danach wird eine schlaufenförmige Kurve **14** zu der 2.ten Pixelzeile **11-2** des DMC **9** gefahren, wobei der Kurvendurchmesser d ca. zehn Pixelzeilenabstände beträgt. Die 2.te Pixelzeile **11-2** wird in entgegengesetzter Richtung wie die 1.te Pixelzeile **11-1** mit der konstanten Markierungsgeschwindigkeit v abgefahren, und dabei werden die dunklen Pixel **10b** auf dem Werkstück **6** durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls **5** markiert (**Fig. 4b**). Danach wird die gleiche schlaufenförmige Kurve **14** mit dem gleichen Kurvendurchmesser d zu der 3.ten Pixelzeile **11-3** des DMC **9** gefahren. Die 3.te Pixelzeile **11-3** wird in gleicher Richtung wie die 1.te Pixelzeile **11-1** mit der konstanten Markierungsgeschwindigkeit v abgefahren, und dabei werden die dunklen Pixel **10b** auf dem Werkstück **6** durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls **5** markiert (**Fig. 4c**). Diese pendelnde Abarbeitungsstrategie setzt sich nach unten in Spaltenrichtung **13** fort, bis schließlich auch die letzte, also die unterste 22.te Pixelreihe **11-22** des DMC **9** markiert ist (**Fig. 4d**).

[0029] Die Kurvengeschwindigkeit der Laserbearbeitungseinheit **3** entlang der schlaufenkreisförmigen Kurven **14** ist jedenfalls so hoch, dass – im Vergleich zu schlaufenlosen Zeilenübergängen zwischen zwei direkt benachbarten Pixelzeilen – trotz der längeren Kurvenwege die Markierungsdauer deutlich verkürzt ist. Der „schlaufenförmige Zeilenwechsel“ ist auch zwischen zwei nicht direkt benachbarten Pixelzeilen möglich, um so einen Kurvendurchmesser größer als der Zeilenabstand zu fahren.

[0030] **Fig. 5a** zeigt einen Datamatrix-Code in Form einer 12·12-Zellenmatrix **9**, deren dunkle Zellen jeweils durch eine gepulste Lasermarkierung mit je einem Laserpuls als rundem Pixel **10b** gebildet sind. **Fig. 5b** zeigt ebenfalls eine 12·12-Zellenmatrix **9**, deren dunkle Zellen jeweils durch eine gepulste Lasermarkierung mit mehreren in einer Zeile nebeneinanderliegenden Laserpulsen als Pixellinien **10b** gebildet sind.

[0031] Wie in **Fig. 1** gezeigt, umfasst die Laserbearbeitungsmaschine **1** ferner eine Maschinensteuerung **15**, die programmiert ist, die Verfahrensbewegung der Laserbearbeitungseinheit **3** gemäß den oben beschriebenen Markierungsverfahren zu steuern.

[0032] Statt, wie in **Fig. 1** gezeigt, in X- und Y-Richtung verfahrbar, kann die Laserbearbeitungseinheit **3** auch in X- und Y-Richtung verschwenkbar ausgebil-

det sein, beispielsweise mittels einer Scanneroptik, die den Laserstrahl **(5)** in X- und Y-Richtung ablenkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Markieren eines DataMatrix-Codes in Form einer n-m-Zellenmatrix **(9)** aus hellen und dunklen Zellen, welche jeweils aus einer hellen oder dunklen s-t-Pixelmatrix bestehen, auf einem Werkstück **(6)** mittels eines Laserstrahls **(5)**, wobei eine den Laserstrahl **(5)** auf das Werkstück **(6)** richtende Laserbearbeitungseinheit **(3)** den zu markierenden Werkstückbereich pixelzeilenweise mit jeweils konstanter Markierungsgeschwindigkeit (v) und abwechselnd in entgegengesetzter Richtung abfährt und wobei während des Abfahrens die hellen Pixel **(10a)** und/oder die dunklen Pixel **(10b)** auf dem Werkstück **(6)** durch zeitweises Einschalten des Laserstrahls **(5)** markiert werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laserbearbeitungseinheit **(3)** von einer bereits abgefahrenen Pixelzeile auf einer bogen- oder schlaufenförmigen Kurve **(12, 14)**, deren Kurvendurchmesser (d) mindestens den doppelten Pixelzeilenabstand beträgt, zu der als nächstes abzufahrenden Pixelzeile geführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laserbearbeitungseinheit **(3)** von einer bereits abgefahrenen Pixelzeile auf einer halbkreisförmigen Kurve **(12)** zu der als nächstes abzufahrenden Pixelzeile der Zellenmatrix **(9)** geführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kurvengeschwindigkeit der Laserbearbeitungseinheit **(3)** entlang der Kurve **(12, 14)** mindestens 50%, bevorzugt mindestens 90%, der konstanten Markierungsgeschwindigkeit (v) beträgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laserbearbeitungseinheit **(3)** von einer bereits abgefahrenen Pixelzeile zu einer um mehr als einen Pixelzeilenabstand entfernten Pixelzeile der Zellenmatrix **(9)** bewegt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laserbearbeitungseinheit **(3)** die Pixelzeilen der Zellenmatrix **(9)** jeweils zeilenpaarweise in entgegengesetzter Richtung abfährt, wobei die beiden Zeilen jedes der Zeilenpaare jeweils um mehr als einen Zeilenabstand, bevorzugt um immer den gleichen Zeilenabstand, voneinander entfernt sind.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Spaltenrichtung **(13)** die ersten Zeilen der Zeilenpaare jeweils aneinander anschließen und/oder die zweiten Zeilen der Zeilenpaare jeweils aneinander anschließen.

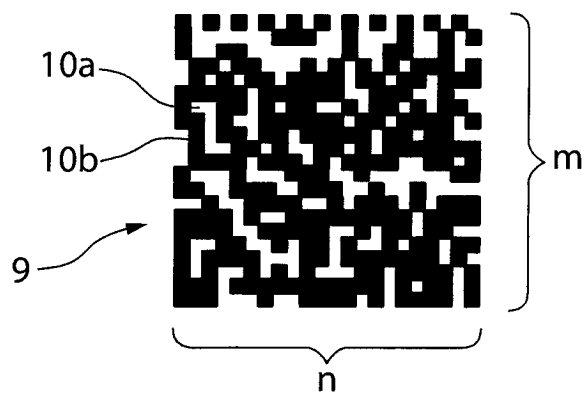
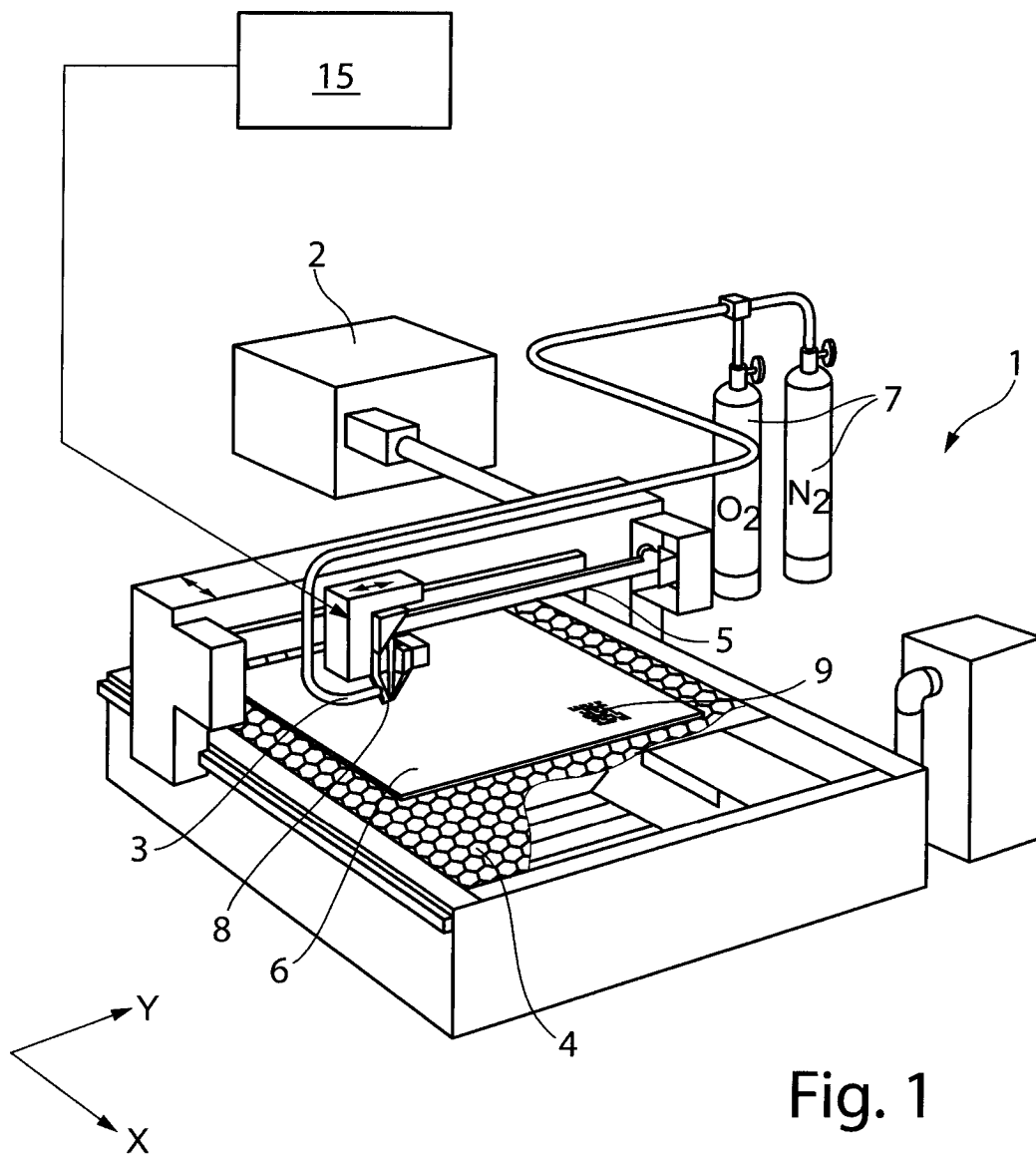
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pixel **(10a, 10b)** auf dem Werkstück **(6)** jeweils als Punkt oder als Linie markiert werden.

8. Lasermarkierungsmaschine **(1)** mit einem Laserstrahlerzeuger **(2)**, mit einer in X- und Y-Richtung verfahr- und/oder verschwenkbaren Laserbearbeitungseinheit **(3)**, die den Laserstrahl **(5)** auf ein Werkstück **(6)** richtet, und mit einer Maschinensteuerung **(15)**, die programmiert ist, die Bewegung der Laserbearbeitungseinheit **(3)** gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche zu steuern.

9. Computerprogrammprodukt, welches Codemittel aufweist, die zum Durchführen aller Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 angepasst sind, wenn das Programm auf einer Maschinensteuerung **(15)** einer Lasermarkierungsmaschine **(1)** abläuft.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



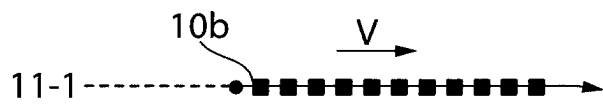


Fig. 3a

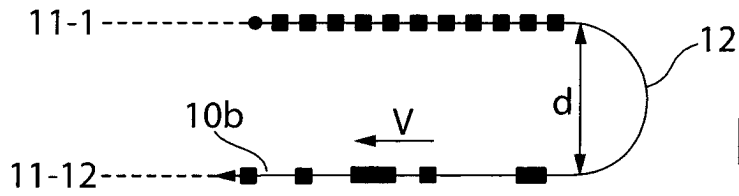


Fig. 3b

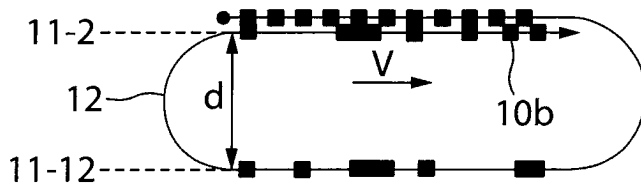


Fig. 3c

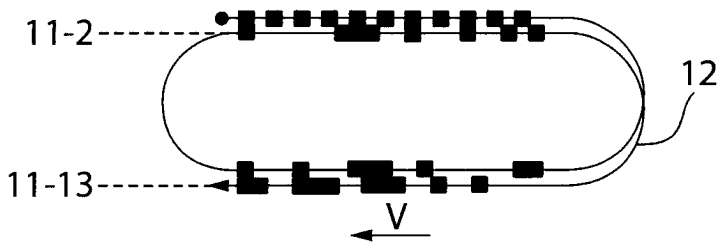


Fig. 3d

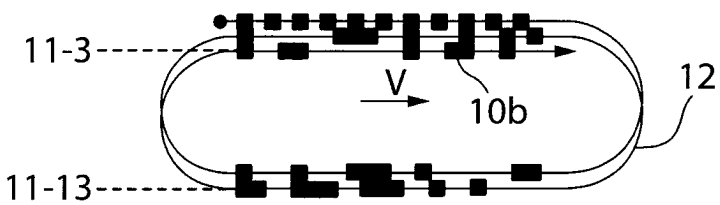


Fig. 3e

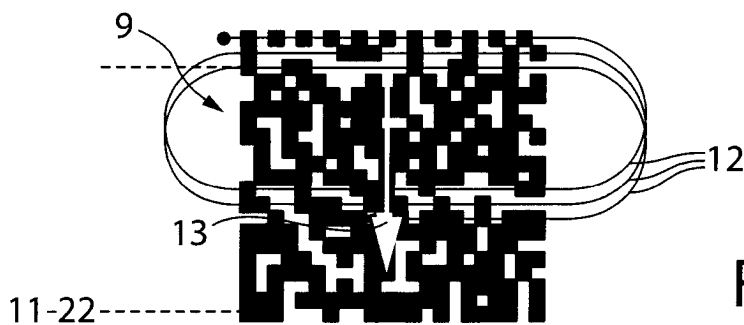


Fig. 3f

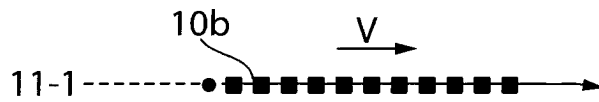


Fig. 4a

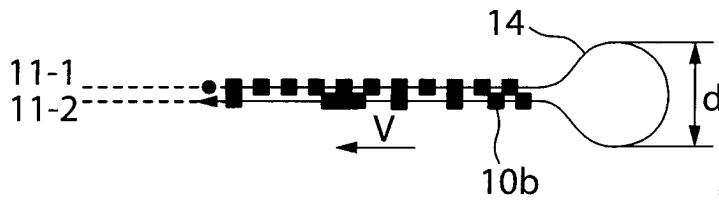


Fig. 4b

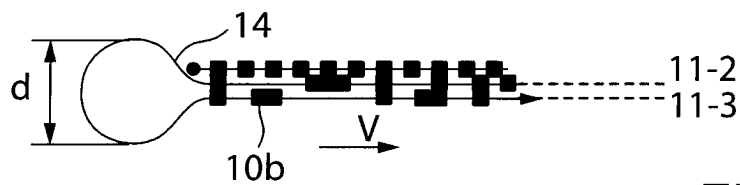


Fig. 4c

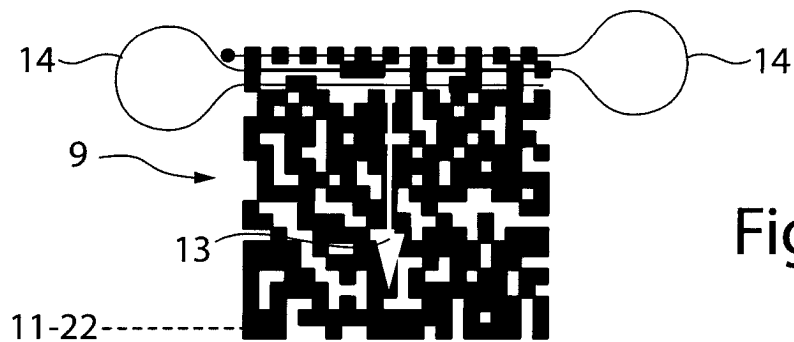


Fig. 4d

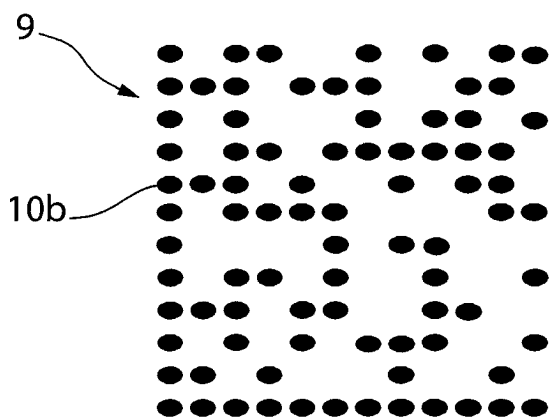


Fig. 5a

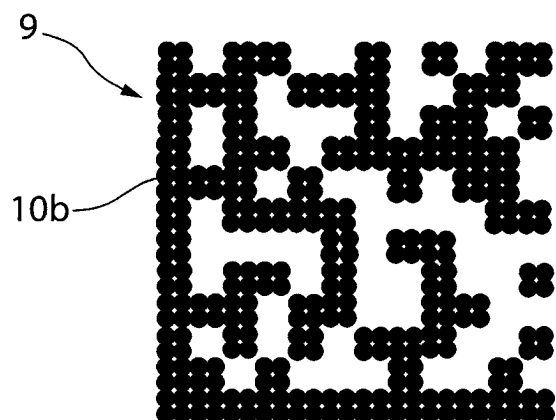


Fig. 5b