

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
12. Dezember 2013 (12.12.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/182190 A4

(51) Internationale Patentklassifikation:
B29C 45/76 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2013/100199

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Juni 2013 (04.06.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 104 885.1 5. Juni 2012 (05.06.2012) DE

(71) Anmelder: **HBF
FERTIGUNGSSTEUERUNGSSYSTEME DR. BAUER
KG** [DE/DE]; Höhstraße 22a, 66996 Fischbach bei Dahn
(DE).

(72) Erfinder: **BAUER, Heiko**; Höhstraße 22a, 66996
Fischbach bei Dahn (DE).

(74) Anwalt: **GEITZ TRUCKENMÜLLER LUCHT**;
Patentanwälte, Kriegsstraße 234, 76135 Karlsruhe (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

— mit geänderten Ansprüchen gemäss Artikel 19 Absatz 1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE FAULTLESS OPERATION OF A PRODUCTION MACHINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM FEHLERFREIEN BETRIEB EINER FERTIGUNGSMASCHINE

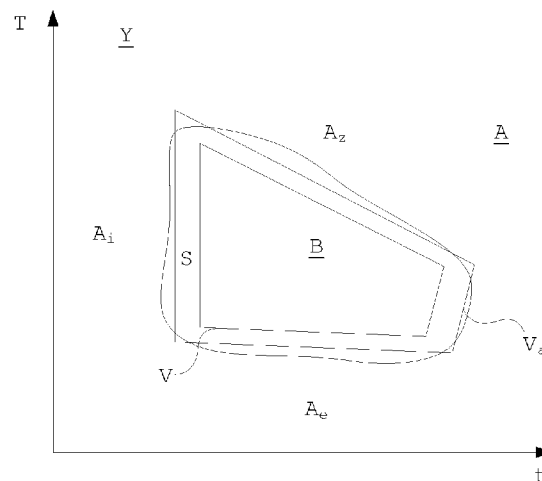


Fig. 4

(57) Abstract: In 1947, Norbert Wiener had the vision that faultlessly running machines could be constructed if the principles of the control technology of anti-aircraft guns, tank guns or aircraft could be transferred to normal production machines. The object of the invention is to use this idea as a basis for avoiding faults and waste in the case of primary forming machines, processing machines and assembly machines. This is accomplished if there is sufficient measurement of the process values on the basis of a process monitoring technology in which the processing window is determined with the aid of classification methods and an additional safety margin.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Veröffentlichungsdatum der geänderten Ansprüche:

30. Januar 2014

1947 hatte Norbert Wiener die Vision, dass man fehlerfrei laufende Maschinen bauen könnte, wenn man die Prinzipien der Steuerungstechnik von Flakgeschützen, Panzerkanonen oder Flugzeugen auf normale Fertigungsmaschinen übertragen könne. Aufgabe der Erfindung ist es, auf Basis dieser Idee bei Urformmaschinen, Bearbeitungsmaschinen und Montagemaschinen Fehler und Ausschuss zu vermeiden. Dies gelingt bei ausreichender Messung der Prozesswerte auf Basis einer Prozessüberwachungstechnologie, bei der das Verarbeitungsfenster mit Hilfe von Klassifikationsmethoden und einem zusätzlichen Sicherheitsbereich bestimmt wird.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

beim Internationalen Büro eingegangen am 9 December 2013 (09.12.2013)

- 5 1. Verfahren zum Betrieb einer Fertigungsmaschine, bei dem in laufender Pro-
duktion mithilfe einer Prozessüberwachungseinheit Prozesswerte von der
Fertigungsmaschine zugeordneten Sensoren erfasst werden und für jedes
Werkstück, welches mittels der Fertigungsmaschine hergestellt oder bearbei-
tet wird, geprüft wird, ob ein durch die Prozesswerte definierter Prozesspunkt
10 innerhalb eines Verarbeitungsbereichs (B) liegt, welcher alle Raumpunkte in-
nerhalb eines Werterraums (Y) ausschließt, deren Prozesswerte zu Aus-
schussteilen führen,

15 **dadurch gekennzeichnet, dass** hierzu geprüft wird, ob der Raumpunkt in
einem, vorzugsweise zumindest weitgehend vollständig innerhalb des Verar-
beitungsbereichs (B) liegenden, Verarbeitungsfenster (V) liegt, dessen Gren-
zen vorab mithilfe eines eine Dämpfung bietenden Klassifikationsverfahrens
bestimmt worden sind, wobei unter Klassifikation eine Abbildung

$$f: Y \rightarrow Z$$

zu verstehen ist, bei der Y die Menge der Prozesswerte ist und Z die Menge
{0, 1} und wobei 0 Ausschussteile und 1 Gutteile symbolisiert.

- 20 2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass, insbesondere
im Rahmen einer Vorproduktion, eine Bestimmung des Verarbeitungs-
fensters (V) dadurch erfolgt, dass zunächst jedem Werkstück seine Schuss-
nummer eindeutig zugeordnet und das Werkstück als Gutteil oder als Aus-
25 schussteil mit Ausschussgrund oder Ausschussursache identifiziert wird, wo-
nach mithilfe einer Klassifikation der zu Gutteilen gehörenden Prozesspunkte
und der zu Ausschussteilen gehörenden Prozesspunkte das Verarbeitungs-
fenster (V) mittels

$$V := V_0 - S - A$$

- 30 ermittelt wird, wobei V_0 als vorab bestimmte Teilmenge der Prozesswerte ein
Ausgangsverarbeitungsfenster ist, A die Vereinigung von Ausschussmengen

A_j ist, deren Grenzhyperfläche zu den Gutteilen mit einem Klassifikationsverfahren bestimmt wird und S ein Sicherheitsbereich, vorzugsweise mit einer Breite zwischen 0 und einer Sollqualität, höchst vorzugsweise zwischen 0 und 6σ , zu den Ausschussmengen ist.

5

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Klassifikationsverfahren das SVM-Verfahren (Support Vector Machines-Verfahren) mit dem Hinge Loss oder dem logistischen Loss eingesetzt wird.

10 4. Verfahren gemäß Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass entweder ein Verarbeitungsfenster (V) oder mehrere ineinander verschachtelte Verarbeitungsfenster (V_a , V) definiert werden, wobei ein Werkstück, dessen Prozesspunkt außerhalb sämtlicher Verarbeitungsfenster (V_a , V) liegt, als Ausschussteil ausgeschleust wird.

15

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Zielprozesspunkt definiert wird, wobei eine Prozesssteuerung mit dem Ziel einer Erreichung des Zielprozesspunkts in die laufende Produktion eines Werkstücks eingreifen kann, wenn aufgrund der von der
20 Prozessüberwachungseinheit erhobenen Messwerte eine Abweichung von dem Zielprozesspunkt zu erwarten ist.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle eines Eingreifens der Prozesssteuerung und/oder vorab ein neuer Zielprozesspunkt bestimmt wird, indem zunächst die Lage eines mittleren Prozesspunktes in Bezug auf die Grenzen des Verarbeitungsfensters (V) bestimmt und
25 dann ein Zielprozesspunkt ermittelt wird, welcher einen größeren Abstand von den Grenzen aufweist oder kürzere Zykluszeiten hat.

30 7. Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Zielprozesspunkt als Endpunkt eines Zielprozessvektors $\vec{y}_{soll}$ bestimmt wird, der sich aus der Summe aus dem auf den mittleren Prozesspunkt zeigenden mittleren Prozessvektor $\vec{y}_{ist}$ und dem Produkt aus einem Abstandswert α und der

Summe aus einem Explainvektor $\vec{v}_{\text{explain}}$ einer SVM-Klassifikation und einem senkrecht auf dem Explainvektor stehenden Translationsvektor $\vec{v}_{\text{translation}}$, wobei der Abstandswert α zwischen Null und der Differenz zwischen der Soll- und der Istqualität in Standardabweichung gewählt wird, also

$$\bar{y}_{\text{soll}} := \bar{y}_{\text{ist}} + \alpha \cdot (\vec{v}_{\text{explain}} + \vec{v}_{\text{translation}})$$

und $0 < \alpha < (\sigma_{\text{soll}} - \sigma_{\text{ist}})$.

8. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein optimierter Zielprozesspunkt durch Berechnung desjenigen Punktes innerhalb des Verarbeitungsfensters, welcher die kürzeste Zykluszeit besitzt, bestimmt wird.
9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein einem Werkstück zugehöriger Einstelldatensatz und seine Prozesswerte diesem über die Schussnummer eindeutig zugeordnet sind.
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass mit einem Regressions- oder Prognoseverfahren lokal oder global eine Funktion $f : X \rightarrow Y$ bestimmt wird, die jedem Einstelldatensatz die erwarteten mittleren Prozesswerte zuordnet, wobei eine optimale Funktion f vorzugsweise mittels des SVM-Verfahrens ermittelt und insbesondere zusätzlich eine Dimensionsreduktion, etwa durch eine Hauptkomponentenanalyse oder cascade SVM, durchgeführt wird.
11. Verfahren gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Einstelldatensatz $x \in X$ so bestimmt wird, dass $\|f(x) - \mu\|$ klein oder minimal ist, so dass bei diesem Einstelldatensatz x kein bisher klassifizierter Ausschuss mit einer Sicherheit von 6σ auftreten kann, wobei mit μ der Sollprozesspunkt bezeichnet wird.
12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Einstelldatensatz mithilfe eines Modells oder Übertragungsfunktion

eines Steuerungs- oder Regelungssystems bestimmt wird, welche bekannt ist oder durch Parameterschätzung ermittelt wird.

- 5 13. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während eines laufenden Zyklus mittels einer Vorhersage ein adaptiver Prozesspunkt und eine adaptive Einstellung derart bestimmt werden, dass der adaptive Prozesspunkt weiter im Inneren des Verarbeitungsfensters (V) liegt als ein erwarteter Prozesspunkt.
- 10 14. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Fertigungsmaschine um eine Urformmaschine, Bearbeitungsmaschine oder Montagemaschine handelt.