

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50537/2018
(22) Anmeldetag: 29.06.2018
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2021

(51) Int. Cl.: **B25J 9/16** (2006.01)
B29C 45/76 (2006.01)
B29C 45/42 (2006.01)

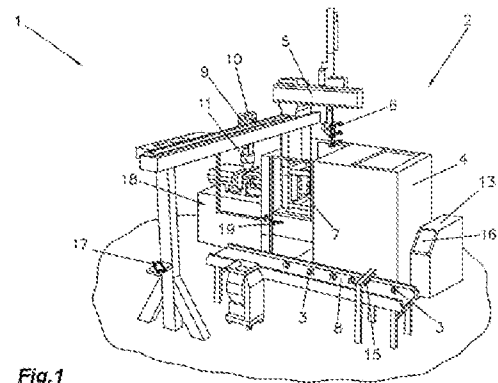
(56) Entgegenhaltungen:
DE 102016000105 A1
EP 1271271 A2
WO 2006089451 A1

(73) Patentinhaber:
Wittmann Technology GmbH
1220 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Felfernig und Graschitz Rechtsanwälte GmbH
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren zur laufenden Speicherung von internen Betriebszuständen und zur Visualisierung von zeitlich zurückliegenden Ablaufsequenzen sowie Roboter und/oder Robotsteuerung hierfür**

(57) Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur kontinuierlichen Speicherung von internen Betriebszuständen (20) und zur Visualisierung von zeitlich zurückliegenden Ablaufsequenzen, insbesondere für einen Roboter (5) und/oder Robotsteuerung (17), wobei der Roboter (5) auf oder neben einer Spritzgießmaschine (4), montiert wird und für die Entnahme, Handhabung, Manipulation oder Weiterbearbeitung von gerade produzierten Spritzgießteilen (3) dient. Die Robotsteuerung (17) zeichnet kontinuierlich interne Daten (20), insbesondere Zustandsänderungen, Positionen, interne Parameter, Zeitstempel, etc., des Roboters, der Spritzgießmaschine (4) und vorzugsweise angeschlossener Automatisierungskomponenten (18) bzw. -systeme (6, 8, 15,19) auf und im Falle des Auftretens eines Fehlers (24) diese zuletzt aufgezeichneten Informationen mit dem Fehler (24) verknüpft und abspeichert, wodurch die Zustandsänderungen bis zum Auftreten des jeweiligen Fehlers (24) für eine Analyse an Hand eines virtuellen Modells (21) des physikalischen Roboters nachgestellt und visuell dargestellt werden, wobei die Datenspeicherung direkt in der Robotsteuerung (17) vorgenommen und die Visualisierung mit Hilfe eines virtuellen Robotmodells (21) an der Ausgabeeinheit der Robotsteuerung (17) dargestellt wird, wobei das virtuelle Robotmodell (21) die Bewegungen des Roboters (5) in beliebiger Geschwindigkeit, insbesondere in Zeitlupe ablaufen lassen kann.



Beschreibung

VERFAHREN ZUR KONTINUIERLICHEN SPEICHERUNG VON INTERNEN BETRIEBSZUSTÄNDEN UND ZUR VISUALISIERUNG VON ZEITLICH ZURÜCKLIEGENDEN ABLAUFSEQUENZEN SOWIE EINEN ROBOTER UND/ODER ROBOTSTEUERUNG HIERFÜR

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen Speicherung von internen Betriebszuständen und zur Visualisierung von zeitlich zurückliegenden Ablaufsequenzen sowie einen Roboter und/oder Robotsteuerung hierfür, wie es in den Oberbegriffen der Ansprüche 1, und 8 beschrieben ist.

[0002] Es sind bereits Systeme bekannt, bei denen alle Daten über den gesamten Zeitraum in einer Arbeitsanlage durch entsprechende Aktivierung aufgezeichnet werden. Anschließend werden die Daten durch Verbinden der Arbeitsanlage mit einem Laptop oder Computer auf diesen übertragen und gespeichert, worauf am Laptop oder Computer extern die Daten analysiert werden können.

Nachteilig ist hierbei, dass bei einem derartigen Vorgehen eine Fehleranalyse nicht sofort vorgenommen werden kann und somit die Anlage über einen längeren Zeitraum außer Betrieb gesetzt bleibt, bis die Ursache des Fehlers gefunden und behoben werden konnte. Auch ist bei einem längeren Arbeitszyklus eine große Datenmenge gespeichert, was einen erheblichen Analyseaufwand verursacht.

[0003] Die DE 102016000105 A1 beschreibt eine Simulationsvorrichtung für ein Robotermodell, bei dem Daten einer Erkennungseinheit vom Roboter übermittelt werden, sodass anschließend für die virtuelle Darstellung eine Berechnungseinheit die Transportvorrichtungs-Anordnungsposition berechnet. Nachteilig ist hierbei, dass praktisch Positionsänderungen des Werkstückes nicht im virtuellen Bild berücksichtigt werden, da die Werkstückposition oder Ausrichtung einmal erkannt wird und danach nur noch für die virtuelle Simulation berechnet wird.

[0004] Aus der EP 1518648 A2 ist ein Robotersystem beschrieben, bei dem durch einen am vorderen Ende eines Roboterarms montierte Greifer eines von mehreren in einem korbartigen Behälter befindlichen Werkstücken greifen und entnehmen kann. Das Werkstück wird von einem visuellen Sensor erfasst, und der Roboter wird in Abhängigkeit von einer Position und einer Orientierung des Werkstücks gesteuert. Wenn ein Problem, wie z. B. eine Störung oder ähnliches, auftritt, werden Informationen bezüglich des Problems in einer Robotersteuereinheit oder einer Steuereinheit für den visuellen Sensor gespeichert. Zu den Informationen, die sich auf das Problem beziehen, gehören eine vorbestimmte Menge der letzten Daten, die rückwirkend vom Zeitpunkt des Auftretens des Problems zurückverfolgt wurden, eine Position, die der Roboter erreicht hat, die Zielpositionsdaten, der Inhalt des vom visuellen Sensor ausgeführten Prozesses und das Erfassungsergebnis. Wenn das Problem reproduziert wird, werden diese Daten verwendet, um die Situation zum Zeitpunkt des Problemauftretens mit Hilfe der Simulationseinheit zu simulieren. Die Situation zum Zeitpunkt des Auftretens des Problems kann auch mit dem tatsächlichen Roboter ohne Verwendung der Simulationseinheit reproduziert werden.

[0005] Weiters ist in der EP 1271271 A1 eine Überwachungsvorrichtung beschrieben, bei der eine Anlage über Kameras überwacht wird. Nachteilig ist einerseits, dass eine große Menge an Daten gespeichert werden müssen, da ein Fehler jederzeit auftreten kann und andererseits der Sichtwinkel nur beschränkt, wenn überhaupt, veränderbar ist, sodass bei auftretenden Fehlern, beispielsweise beim Berühren des Roboterarms mit einer Werkzeughälfte bei der Entnahme des Werkstückes, nicht sehr gut einsehbar ist bzw. nachverfolgt werden kann, da nicht überall Kameras angebracht werden können.

[0006] Die WO 2006089451 A1 zeigt eine Steuerung und Verfahren für die Überwachung einer Anlage, bei der die virtuellen Module aus einer Bibliothek ausgewählt und am Computer zusammengestellt werden. Wie aus den Zeichnungen ersichtlich sind am Bildschirm nur Symbole und keine virtuellen Modelle vorhanden, sodass eine Fehlernachverfolgen durch den Bewegungsweg nicht möglich ist.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es daher ein Verfahren für einen Roboter und/oder Robotsteuerung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit der einerseits die zuvor beschriebenen Nachteile vermieden werden und andererseits die Bedienerfreundlichkeit wesentlich erhöht wird. Hierbei ist notwendig, dass von den gespeicherten Daten komplexe Rückschlüsse auf den Bewegungsablauf der Anlage genommen werden müssen, was das Herausfinden der Fehlerursache oft erschwert.

[0008] Die Aufgabe wird durch die Erfindung gelöst.

[0009] Die erfindungsgemäße Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Robotsteuerung kontinuierlich interne Daten, insbesondere Zustandsänderungen, Positionen, interne Parameter, Zeitstempel, etc., des Roboters, der Spritzgießmaschine und vorzugsweise angeschlossener Automatisierungskomponenten bzw. -systeme aufzeichnet und im Falle des Auftretens eines Fehlers diese zuletzt aufgezeichneten Informationen mit dem Fehler verknüpft und abspeichert, wodurch die Zustandsänderungen bis zum Auftreten des jeweiligen Fehlers für eine Analyse an Hand eines virtuellen Modells des physikalischen Roboters nachgestellt und visuell dargestellt werden können, wobei die Datenspeicherung direkt in der Robotsteuerung (17) vorgenommen und die Visualisierung mit Hilfe eines virtuellen Robotmodells (21) an der Ausgabeeinheit der Robotsteuerung (17) dargestellt wird, wobei das virtuelle Robotmodell (21) die Bewegungen des Roboters (5) in beliebiger Geschwindigkeit, insbesondere in Zeitlupe ablaufen lassen kann.

Vorteilhaft ist hierbei, dass dadurch direkt an der Anlage eine visuelle Simulation des oder der aufgetretenen Fehler anhand einer virtuellen Abbildung vorzugsweise auf der oder einer Ausgabeeinheit der Robotsteuerung vorgenommen werden kann, d.h., dass nach dem Auslösen eines Fehlers vom Wartungspersonal die Robotsteuerung zur Hand genommen wird und aufgrund der gespeicherten Daten der Ablauf zum Zustandekommen des Fehlers direkt auf der Robotsteuerung nachvollzogen werden kann. Somit kann die Ursache, warum der Fehler ausgelöst wurde, mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit direkt an der Anlage ermittelt werden und entsprechende Gegenmaßnahmen vorgenommen werden. Es ist somit nicht erforderlich, dass die Daten auf einen PC oder Laptop, übertragen werden müssen, sodass eine möglichst schnelle und sichere Fehlererkennung und Behebung möglich ist. Auch ist es damit möglich, dass nach dem Beheben des oder der Fehler und der neuerlichen Inbetriebnahme der Anlage während des Arbeitszyklus der Anlage auf der Robotsteuerung der virtuelle Ablauf des oder der Fehler nochmals bzw. des Öfteren abgespielt werden kann, um noch weitere Details analysieren zu können, die für die Verbesserung der Anlage nützlich sein können. Ebenso können die Daten auch von der Robotsteuerung auf einen Laptop oder Computer oder eine andere Robotsteuerung oder ein übergeordnetes Netzwerk geladen werden, um diese fernab der Robotsteuerung in Ruhe zu analysieren.

[0010] Weiters ist von Vorteil, dass dadurch automatisch und in Echtzeit eine Verknüpfung der relevanten Daten vorgenommen wird und kein weiterer Eingriff eines Fachpersonal notwendig ist. Gleichzeitig kann der Ablauf beliebig oft visuell betrachtet werden, sodass entsprechende Fehleranalysen möglich sind. Durch die Datenspeicherung auf der Robotsteuerung wird auch erreicht, dass eine ruckelfreie Simulation des Ablaufes ermöglicht wird, da keine Daten nachgeladen werden müssen. Durch die Vorortspeicherung auf der Robotsteuerung wird auch erreicht, dass das Wartungspersonal keine weiteren Hilfsmittel für das Herunterladen der Daten aus einer Datenbank der Anlage benötigt, sondern die Simulation sehr einfach Vorort erledigt werden kann. Damit wird eine möglichst geringe Ausfallszeit/Standzeit der Anlage erreicht, bis diese wieder einsetzbar ist.

Selbstverständlich ist es möglich, dass zu einem späteren Zeitpunkt oder auch sofort, die Daten heruntergeladen oder in ein übergeordnetes Netzwerk hochgeladen werden können. Somit kann der Entstehungsablauf im Detail analysiert bzw. betrachtet werden, indem beispielsweise kurz vor dem Auftreten des Fehlers die Geschwindigkeit des virtuellen Robotmodells verlangsamt oder sogar gestoppt wird, um sämtliche Details betrachten zu können. Hierbei kann das Wartungspersonal durch Betätigen definierter Buttons an der Robotsteuerung einfach unterschiedliche Geschwindigkeiten auswählen. Auch besteht die Möglichkeit, dass beim Ablauf des Robotmodells entsprechende Zeitpunkte markiert/definiert werden, zu dem bei einem neuerlichen Abspielvorgang automatisch von der Robotsteuerung die voreingestellte Geschwindigkeit verändert wird.

Somit braucht sich das Wartungspersonal nicht auf die Aktivierung des sogenannten Zeitlupenablaufs konzentrieren, sondern kann die Details des virtuellen Ablaufs verfolgen.

[0011] Vorteilhaft sind die Maßnahmen, bei der jeweilige Änderungen der Betriebszustände und der relevanten Daten für einen definierten frei einstellbaren Zeitraum zwischen 100 ms bis zu einer Minute, vorzugsweise den Spritzzyklus der Spritzgießmaschine, vor Auftreten eines Fehlers abgespeichert werden. Dadurch wird sichergestellt, dass eine optimale Verfolgung für die Entstehung des Fehlers möglich ist. Der Vollständigkeit halber wird erwähnt, dass bei entsprechender Ausbildung der Robotsteuerung mit entsprechend großen Speicherelementen auch ein längerer Zeitraum für Speicherung bei auftretenden Fehlern möglich ist.

[0012] Von Vorteil sind die Maßnahmen, bei denen die Datenspeicherung unabhängig vom Betriebszustand des Roboters erfolgt bzw. durchgeführt wird. Dadurch kann auch während der Einstellarbeiten, falls das Wartungspersonal bei der Anlageneinstellung eine Fehleingabe verursacht, bereits eine Abspeicherung vorgenommen werden, sodass bei der Inbetriebnahme der Anlage ein Fehler ausgegeben wird und über die Robotsteuerung sofort die Fehlerursache, insbesondere die fehlerhafte Einstellung, festgestellt werden kann. Somit ist die Speicherung bzw. Aufnahme der Daten unabhängig des Betriebszustandes der Maschine gewährleistet, sodass auch Fehleingaben möglichst rasch aufgefunden werden können.

Auch ist es möglich, dass beispielsweise durch Aktivieren eines Speicherbuttons an der Robotsteuerung ein Speichervorgang eingeleitet wird. Damit kann das Wartungspersonal beispielsweise einen Arbeitszyklus beobachten und bei einem neuerlichen Arbeitszyklus zu einem gewünschten Zeitpunkt manuell eine Speicherung des vor- und/oder zurückliegenden Arbeitsablaufes über die voreingestellte Zeitdauer aufnehmen bzw. speichern. Somit können verdächtige Abläufe der Anlage, die möglicherweise zukünftig zu einem Fehlerzustand führen könnten, bereits vorab aufgezeichnet und analysiert werden.

[0013] Es sind aber auch die Maßnahmen von Vorteil, bei der weitere Zustände oder Zustandsänderungen des Roboters wie digitale oder analoge Ein- und Ausgänge bzw. deren Änderungen im virtuellen Modell eingeblendet werden. Dadurch wird erreicht, dass korrespondierend der mechanischen Positionen der Maschine bzw. Anlage gleichzeitig die elektrischen Signale überprüft bzw. betrachtet werden können. Somit muss nicht ständig zwischen der mechanischen Position der Anlage und der Ansicht der dazugehörigen elektrischen Zustände hin und her gewechselt werden, um die Fehlerursache aufzufinden.

[0014] Es sind die Maßnahmen vorteilhaft, bei denen die Verfahrensparameter, Ausstattungsmerkmale und Funktionalitäten des Roboters in einer Konfigurationsdatei gespeichert werden, auf die der Roboter steuerungsseitig zugreift, wobei die Robotsteuerung aus dieser Konfigurationsdatei ein virtuelles Robotmodell erstellt, welches direkt auf der Robotsteuerung für die Validierung oder Visualisierung von Ablaufsequenzen angezeigt wird. Dadurch wird erreicht, dass eine möglichst exakte Darstellung des virtuellen Robotmodells mit dem mechanischen Aufbau des Verarbeitungsgerätes geschaffen wird.

[0015] Der Vollständigkeit halber wird erwähnt, dass die Robotsteuerung mehrere Fehler mit den zugehörigen Daten, insbesondere Zustandsänderungen, Positionen, internen Parametern, Zeitstempeln, etc., aufzeichnen kann und diese Anzahl der Fehler und Verknüpfungen nur durch die Größe des Speichers der Robotsteuerung begrenzt ist.

[0016] Grundsätzlich kann gesagt werden, dass durch die erfindungsgemäße Lösung sichergestellt werden kann, dass bei einem Ausfall der Anlage die Standzeit möglichst kurzgehalten werden kann, da durch den visuellen Ablauf vorzugsweise auf der Robotsteuerung, ein schnelles Auffinden der Fehlerursache ermöglicht wird.

[0017] Die Erfindung wird an Hand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiel näher erläutert, wobei die Erfindung nicht auf die gezeigte Darstellung, insbesondere dem Aufbau und die Zusammensetzung der Anlage, begrenzt ist.

[0018] Es zeigen:

- [0019]** Fig. 1 ein Übersichtsbild einer kunststoffverarbeitenden Industrieanlage in einer Arbeitszelle, in vereinfachter, schematischer Darstellung;
- [0020]** Fig. 2 eine schematische Darstellung eines virtuellen Robotmodells bzw. Zwilling auf einer Robotsteuerung, in vereinfachter, schematischer Darstellung;
- [0021]** Fig. 3 eine schematische Darstellung des virtuellen Robotmodells bzw. Zwilling auf einer Robotsteuerung mit einer Auflistung zusätzlicher Daten, in vereinfachter, schematischer Darstellung;
- [0022]** Fig. 4 eine schematische vergrößerte Darstellung des virtuellen Robotmodells bzw. Zwilling auf der Robotsteuerung mit an den einzelnen Komponenten dargestellten Daten, insbesondere gespeicherte Ist-Werte von Sensoren, in vereinfachter, schematischer Darstellung.

[0023] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlichen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die beschriebene Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Auch können Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen.

[0024] In Fig. 1 ist eine Industrieanlage 1, insbesondere eine Arbeitszelle 2 für Spritzgießanwendungen gezeigt, bei der die einzelnen Komponenten/Geräte zum Erzeugen eines oder mehrerer Produkte/Halbprodukte oder Spritzgießteile 3 in der Arbeitszelle 2 zusammen geschaltet sind. Als Verarbeitungsmaschine wird vorzugsweise eine Spritzgießmaschine 4, eingesetzt, der ein Roboter 5 bzw. Handhabungsautomat zum Entnehmen des hergestellten Spritzgießteils 3 zugeordnet ist. Dabei wird das Spritzgießteil 3 von einer Entnahmevorrichtung 6, insbesondere mit einem Greifer ausgestattet mit Greifzangen und/oder Saugdüsen, aus einer sich öffnenden Spritzgussform 7 entnommen und auf eine Vorrichtung, insbesondere einem Transportband 8, abgelegt.

[0025] Beispielsweise ist es möglich, dass für die Herstellung eines Spritzgießteil 3 Kunststoffgranulat 9 über ein Granulatfördergerät 10 und eventuell über ein Dosiergerät 11 oder aus einem Vorratslager der Verarbeitungsmaschine 4 zugeführt wird. Über ein Temperiergerät 13 und/oder Kühlgerät kann die Spritzgussform 7 durch Zuführung eines Temperiermediums auf Betriebstemperatur gehalten werden bzw. entsprechend geheizt oder gekühlt werden, sodass eine optimale Verarbeitung des Kunststoffgranulates 9, welches zum Einspritzen in die Spritzgussform 7 plastifiziert werden muss, ermöglicht wird.

[0026] Zusätzlich kann die Anlage eine Überwachungs Vorrichtung 15, insbesondere ein Kamerasystem, aufweisen, um eine automatische Qualitätskontrolle des erzeugten Produktes 3 durchführen zu können. Ebenso sind sehr häufig vor- bzw. nachgeschaltete Automatisierungsanlagen 18 vorhanden, z.B. Angußabschneide- 19, Zentrier-, Vereinzelungs-, Zuführstationen, Kisten-, Palettenstapelstationen, etc., die direkt in die Robotsteuerung bzw. Industrieanlage 1 eingebunden und von dieser über digitale oder analoge Signale oder andere Kommunikationsschnittstellen gesteuert werden. Die Erstellung der Ablauf- und Steuerlogik für den Roboter 5 bzw. Handhabungsautomat 5 und etwaige angeschlossene Automatisierungskomponenten 18 bzw. -anlagen erfolgt typischerweise im Teach-In-Verfahren. Ebenso kann die Programmierung der Ablauf- und Steuerlogik zuerst offline auf einem PC erfolgen. Die anlagenspezifischen Werte, z.B. die tatsächlichen Positionen der Achsen, werden dann wieder im Teach-In-Verfahren ergänzt.

[0027] Damit die einzelnen Geräte eingestellt bzw. programmiert werden können, weisen diese vorzugsweise eine Steuerelektronik (nicht dargestellt) auf, wobei die Einstellung bzw. Programmierung über an den Geräten angeordneten Displays 16 oder einer Robotsteuerung 17 eingegeben und angezeigt werden. Dabei kann über die Robotsteuerung 17 mit den einzelnen Kompo-

nenten vorzugsweise drahtlos eine Verbindung aufgebaut werden, sodass eine für dieses Gerät entsprechend hinterlegte Oberfläche aufgerufen wird. Selbstverständlich ist es möglich, dass auch über eine externe Komponente, die über eine Schnittstelle mit den Geräten verbunden ist, die Programmierung bzw. Einstellung erfolgen kann.

Der Vollständigkeit halber wird des Weiteren erwähnt, dass sämtliche Geräte mit entsprechenden Leitungen, insbesondere Spannungsversorgungen, Netzwerk- und Verbindungsleitungen, Flüssigkeitsversorgungsleitungen, Materialleitungen usw. verbunden sind, die in der gezeigten Darstellung der Übersicht halber nicht dargestellt wurden.

[0028] Gemäß der Fig. 1 bis 4 ist erfindungsgemäß ein Verfahren zur laufenden Speicherung von internen Daten 20 des Roboters 5 bzw. etwaiger angeschlossener Automatisierungskomponenten 18 bzw. -Systeme 6, 8, 15, 19 in der Robotsteuerung 17, insbesondere Betriebszuständen zur Visualisierung von zeitlich zurückliegenden Ablauf- und Logiksequenzen hierfür, gezeigt.

[0029] Die Robotsteuerung 17 ist zur Wiedergabe eines virtuellen Zwillings bzw. Robotmodells 21, insbesondere einer virtuellen Darstellung der Anlage bzw. Arbeitszelle 2, am Ausgabepunkt, insbesondere einem Touch-Screen 22, ausgebildet, wobei sämtliche angeschlossene Automatisierungskomponenten 18 bzw. -systeme 6, 8, 15, 19 der Arbeitszelle 2 bzw. der Industrieanlage 1 automatisch über Konfigurationsdateien 27 eingelesen oder manuell in das Modell eingefügt und dargestellt werden.

[0030] Die für die Fehleranalyse und virtuelle Darstellung von Betriebszuständen wichtigen Daten 20 werden von der Robotsteuerung 17 direkt eingelesen und in der Logdatei 23 gespeichert. Die Robotsteuerung 17 erstellt aus der Konfigurationsdatei 27 ein virtuelles Robotmodell 21 und aus einer Logdatei 23 die entsprechenden Ablaufsequenzen und Betriebszustände des virtuellen Robotmodells 21, welche direkt auf der Robotsteuerung 17 für die Validierung oder Visualisierung angezeigt werden. Hierbei kann der am Display 22 dargestellte virtuelle Zwilling bzw. das virtuelle Robotmodell 21 beliebig vergrößert oder verkleinert und in der Ansichtsposition verändert werden, wozu das Display vorzugsweise als Touch-Display 22 ausgebildet ist. Somit kann ein Nutzer, insbesondere ein Wartungspersonal, über die Robotsteuerung 17 auf einfache Art und Weise das virtuelle Robotmodell 21 bedienen und einstellen.

[0031] Bei derartig automatisch arbeiteten Anlagen bzw. Arbeitszellen 2 kann es vorkommen, dass während des Betriebs unterschiedlichste Fehler 24 beispielsweise durch fehlerhafte Signalübermittlung in der Kommunikation zwischen Maschine 4 und Roboter 5, zeitlichem Versatz in der Abarbeitung von Funktionen, nicht konstanten Spritzparametern, die beispielsweise ein Steckenbleiben von zu entnehmenden Spritzgießartikeln 3 verursachen oder verschlissene Komponenten in den mechanischen Schnittstellen zwischen Spritzgießartikel 3 und den Automatisierungskomponenten 18 bzw. -systemen 6, 8, 15, 19, usw., auftreten können, sodass die Anlage automatisch gestoppt wird, wobei üblicherweise beim Auftreten eines Fehlzustandes eine Fehlermeldung bzw. Fehler 24, insbesondere ein oder mehrere Fehlerbenachrichtigungen ausgegeben werden. Das Wartungspersonal oder eine Fachkraft kann oftmals in einer entsprechenden Fehlerliste 24 nachschauen, um welchen Fehler 24 es sich handelt und was die Ursache hierfür ist. Dies ist jedoch sehr oft nicht hilfreich, da ein Fehler 24 oftmals verschiedenste Ursachen haben kann, oder nur durch eine bestimmte Zustandskombination von Roboter 5 und/oder Spritzgießmaschine 4 und/oder Automatisierungskomponenten 6, 8, 15, 18 hervorgerufen wird, die vom Wartungspersonal selbst festgestellt werden müssen, um einen weiteren fehlerfreien Betrieb zu ermöglichen. Dabei ist es sehr wesentlich, dass die Stillstandszeit bzw. Ausfallszeit der gesamten Arbeitszelle 2 so kurz wie möglich gehalten wird, um den Produktionsausfall und die verloren gegangene Produktionskapazität so klein wie möglich zu halten.

[0032] Erfindungsgemäß ist hierzu vorgesehen, dass die Robotsteuerung 17 Daten 20, insbesondere Zustandsänderungen, Positionen, interne Parameter, Zeitstempel, etc. in der Logdatei 23 aufzeichnet und im Falle des Auftretens eines Fehlers 24 die Daten 20 mit dem Fehler 24, insbesondere den Fehlermeldungen verknüpft, wodurch die Zustandsänderungen bis zum Auftreten des jeweiligen Fehlers 24 für eine Analyse an Hand des virtuellen Modells 21 des physikalischen Roboters 5 nachgestellt und visuell dargestellt wird. D.h., dass während des funktionie-

renden Produktionsablaufes der Arbeitszeile 2 ständig von einem Gerät, vorzugsweise der Robotsteuerung 17, speziell definierte Daten 20 oder alle zur Verfügung stehende Daten 20 kurzzeitig, insbesondere über einen definierten Zeitraum, kontinuierlich mitgespeichert werden. Tritt plötzlich ein Fehler 24 in der Anlage auf, so werden die kurzzeitig gespeicherten und relevanten Daten 20 mit dem Fehler 24 verknüpft, wobei vorzugsweise gleichzeitig eine Fehlermeldung ausgegeben wird. Ist der Fehler 24 schwerwiegend, so wird die gesamte Anlage, insbesondere die Arbeitszelle 2, gestoppt.

[0033] Damit die Fehlerursache möglichst schnell eruiert werden kann, ist es nunmehr möglich, dass eine Simulation auf der Robotsteuerung 17 mit den gespeicherten Daten 20 abgespielt werden kann, d.h., dass ein sogenannter virtueller Zwilling bzw. Robotmodell 21 auf der Robotsteuerung 17 aufgerufen wird, der auf die gespeicherten Daten 20 in der Logdatei 23 mit dem Fehlercode 24 zugreift und diese zur Simulation ladet. Somit kann das Wartungspersonal durch den virtuellen Ablauf beobachten, wie der Fehler 24 zustande gekommen ist und entsprechend schnell Gegenmaßnahmen ergreifen, sodass die Anlage wieder einsatzbereit ist.

[0034] Als sehr hilfreich hat sich herausgestellt, dass zusätzlich zu dem virtuellen Ablauf noch weitere Daten 20, insbesondere die gerade ablaufenden Ablauf- und Steuersequenzen mit den zugehörigen Ist-Zuständen, wie in Fig. 3 und 4 dargestellt, angezeigt werden. Damit kann die mechanische Position in Zusammenhang mit den elektrischen und numerischen Ist-Werten von Gebern und Sensoren einfach verglichen werden. Der Vollständigkeit halber wird darauf hingewiesen, dass jederzeit und zu jedem beliebigen Zeitpunkt auf der Robotsteuerung 17 zwischen dem virtuellen Robotmodell 21 und dem tatsächlichen Roboter 5 umgeschaltet werden kann.

[0035] Um eine exakte Fehlererkennung zu ermöglichen, ist es weiters möglich, dass das virtuelle Robotmodell 21, insbesondere der virtuelle Zwilling 21, die Bewegungen des Roboters 5 in beliebiger Geschwindigkeit, insbesondere in Zeitlupe, ablaufen lassen kann. Vorzugsweise wird dabei die Geschwindigkeit reduziert, um den genauen Bewegungsablauf am Robotmodell 21 beobachten zu können. Hierbei ist es möglich, dass wiederum ein oder mehrere Geschwindigkeits-Buttons 26, gemäß schematischer Darstellung in Fig. 4, vorhanden sind, um eine einfache und schnelle Reduzierung der Abspiel-Geschwindigkeit des Robotmodells 21 zu ermöglichen. Somit kann der Beobachter die kleinsten Veränderungen am virtuellen Robotmodell 21 oder auch kurzzeitige Änderungen von Ein- und Ausgängen, Sensor- oder Geberwerten, etc. sicher erkennen.

[0036] Es ist auch möglich, dass beliebige Zustände von Daten 20 der Ein- und Ausgänge, Sensoren oder Gebern, vom Benutzer ausgewählt werden können, die während des Ablaufes angezeigt werden. Vorteilhaft ist dies, wenn der die Fehlerursache für Fehler 24 nach einem Ablauf vermeintlich nicht aufgefunden wurde, sodass weitere oder andere Daten 20 für einen nochmaligen Ablauf angezeigt werden, um ev. auftretende Unregelmäßigkeiten in den Ist-Werten zu erkennen. Hierzu ist es möglich, dass von der Robotsteuerung 17 ein Untermenü aufgerufen werden kann, woraus die Daten 20 ausgewählt werden können.

[0037] Um einen schnellen Zugriff auf die gespeicherten Daten 20 zu ermöglichen, werden die Daten 20 direkt in der Robotsteuerung 17 gespeichert. Selbstverständlich ist es möglich, dass die Daten 20 auch auf ein externes Speichermedium, z.B. PC oder Laptop gespeichert werden, um eine langfristige Speicherung zu gewährleisten.

[0038] Der Vollständigkeit halber wird erwähnt, dass bei dem aufgezeichneten Daten 20 diese vorzugsweise über einen definierten Zeitraum aufgezeichnet werden, um die Datenmenge entsprechend zu begrenzen. Auch ist es wesentlich, dass die Daten mit einem Zeitstempel automatisch versehen werden, sodass bei der Simulation immer die zu den jeweiligen Zeitpunkten auftretenden Werte dargestellt und angezeigt werden. Hierzu kann vom Wartungspersonal oder einem Fachpersonal die Zeitdauer für die Aufzeichnungspunkte, also Zeit zwischen zwei Speicherungen, frei eingestellt werden, wobei bei geringeren Zeitabständen eine höhere Genauigkeit der Darstellung erreicht wird, jedoch eine größere Datenmenge gespeichert werden muss.

[0039] Es ist auch möglich, dass die Datenspeicherung unabhängig vom Betriebszustand des Roboters 5 erfolgt bzw. durchgeführt wird, d.h., dass beispielsweise eine manuelle Auslösung der

Datenspeicherung von einem Wartungspersonal eingeleitet werden kann, worauf über die definierte Zeitdauer eine Datenaufzeichnung auch ohne Fehler 24 vorgenommen wird. Hierbei ist es auch möglich, dass die manuell gestartete Datenaufzeichnung auch erst durch einen manuellen Stopp wieder beendet wird, sodass das Wartungspersonal solange die Daten aufzeichnet, wie dies für Sie nötig ist.

[0040] Der Ordnung halber wird darauf hingewiesen, dass die Erfindung nicht auf die dargestellten Ausführungsvarianten beschränkt ist, sondern auch weitere Ausbildungen beinhalten können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Speicherung von internen Betriebszuständen (20) und zur Visualisierung von zeitlich zurückliegenden Ablaufsequenzen, insbesondere für einen Roboter (5) und/oder Robotsteuerung (17), wobei der Roboter (5) auf oder neben einer Spritzgießmaschine (4), montiert wird und für die Entnahme, Handhabung, Manipulation oder Weiterbearbeitung von gerade produzierten Spritzgießteilen (3) dient, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Robotsteuerung (17) kontinuierlich interne Daten (20), insbesondere Zustandsänderungen, Positionen, interne Parameter, Zeitstempel, etc., des Roboters, der Spritzgießmaschine (4) und vorzugsweise angeschlossener Automatisierungskomponenten (18) bzw. -systeme (6, 8, 15,19) aufzeichnet und im Falle des Auftretens eines Fehlers (24) diese zuletzt aufgezeichneten Informationen mit dem Fehler (24) verknüpft und abspeichert, wodurch die Zustandsänderungen bis zum Auftreten des jeweiligen Fehlers (24) für eine Analyse an Hand eines virtuellen Modells (21) des physikalischen Roboters nachgestellt und visuell dargestellt werden, wobei die Datenspeicherung direkt in der Robotsteuerung (17) vorgenommen und die Visualisierung mit Hilfe eines virtuellen Robotmodells (21) an der Ausgabeeinheit der Robotsteuerung (17) dargestellt wird, wobei das virtuelle Robotmodell (21) die Bewegungen des Roboters (5) in beliebiger Geschwindigkeit, insbesondere in Zeitlupe ablaufen lassen kann.
2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeweilige Änderungen der Betriebszustände und relevante Daten (20) für einen Zeitraum zwischen 100 ms bis zu einer Minute, vorzugsweise den Spritzzyklus der Spritzgießmaschine, vor Auftreten eines Fehlers (24) abgespeichert werden.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Datenspeicherung unabhängig vom Betriebszustand des Roboters (5) erfolgt bzw. durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass weitere Zustände oder Zustandsänderungen des Roboters (5) wie digitale oder analoge Ein- und Ausgänge bzw. deren Änderungen im virtuellen Modell (21) eingeblendet werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verfahrensparameter, Ausstattungsmerkmale und Funktionalitäten des Roboters in einer Konfigurationsdatei (23) gespeichert werden, auf die der Roboter (5) steuerungsseitig zugreift, wobei die Robotsteuerung aus dieser Konfigurationsdatei (23) ein virtuelles Robotmodell (21) erstellt, welches direkt auf der Robotsteuerung (17) für die Validierung und/oder Visualisierung von Ablaufsequenzen angezeigt wird.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

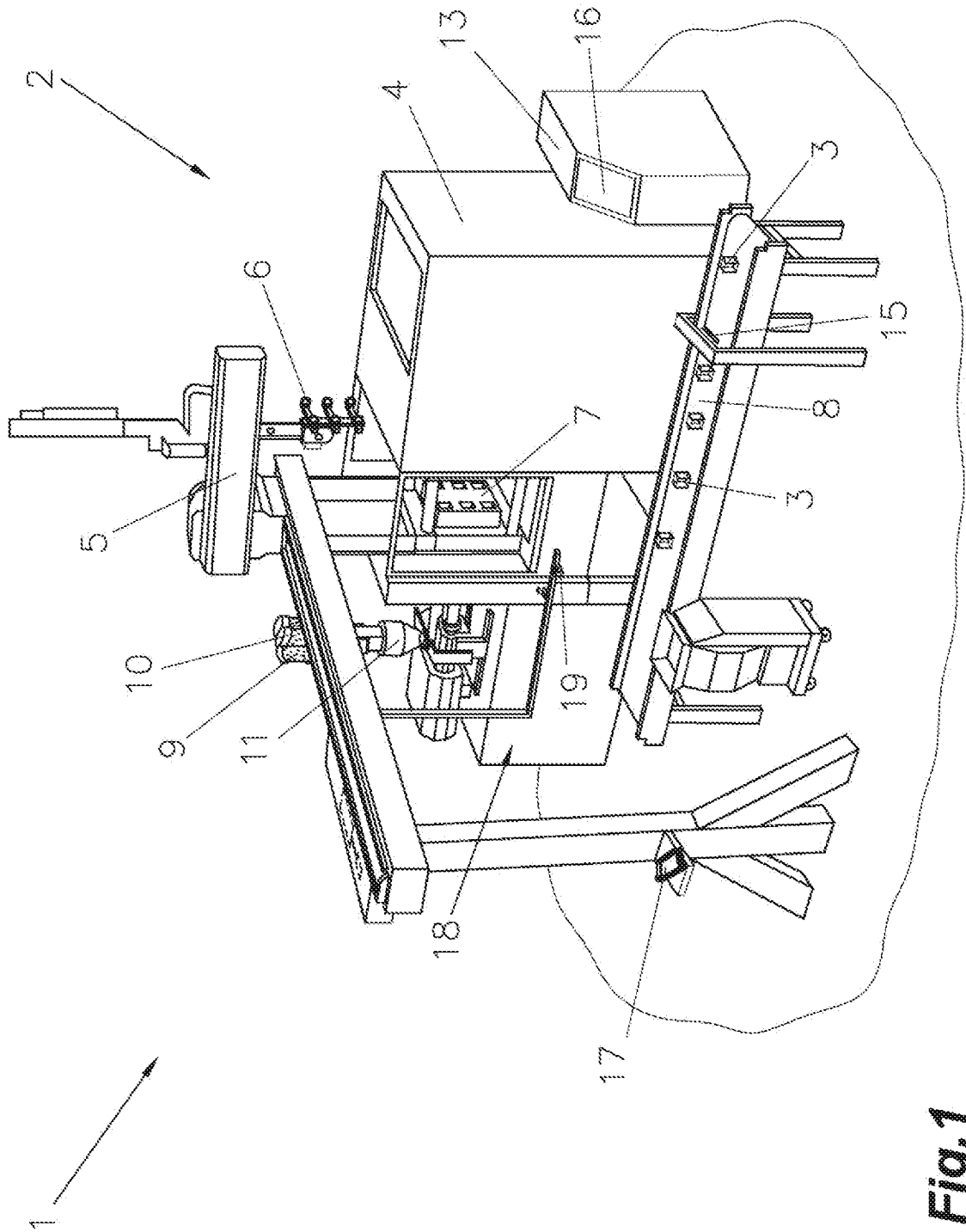


Fig.1

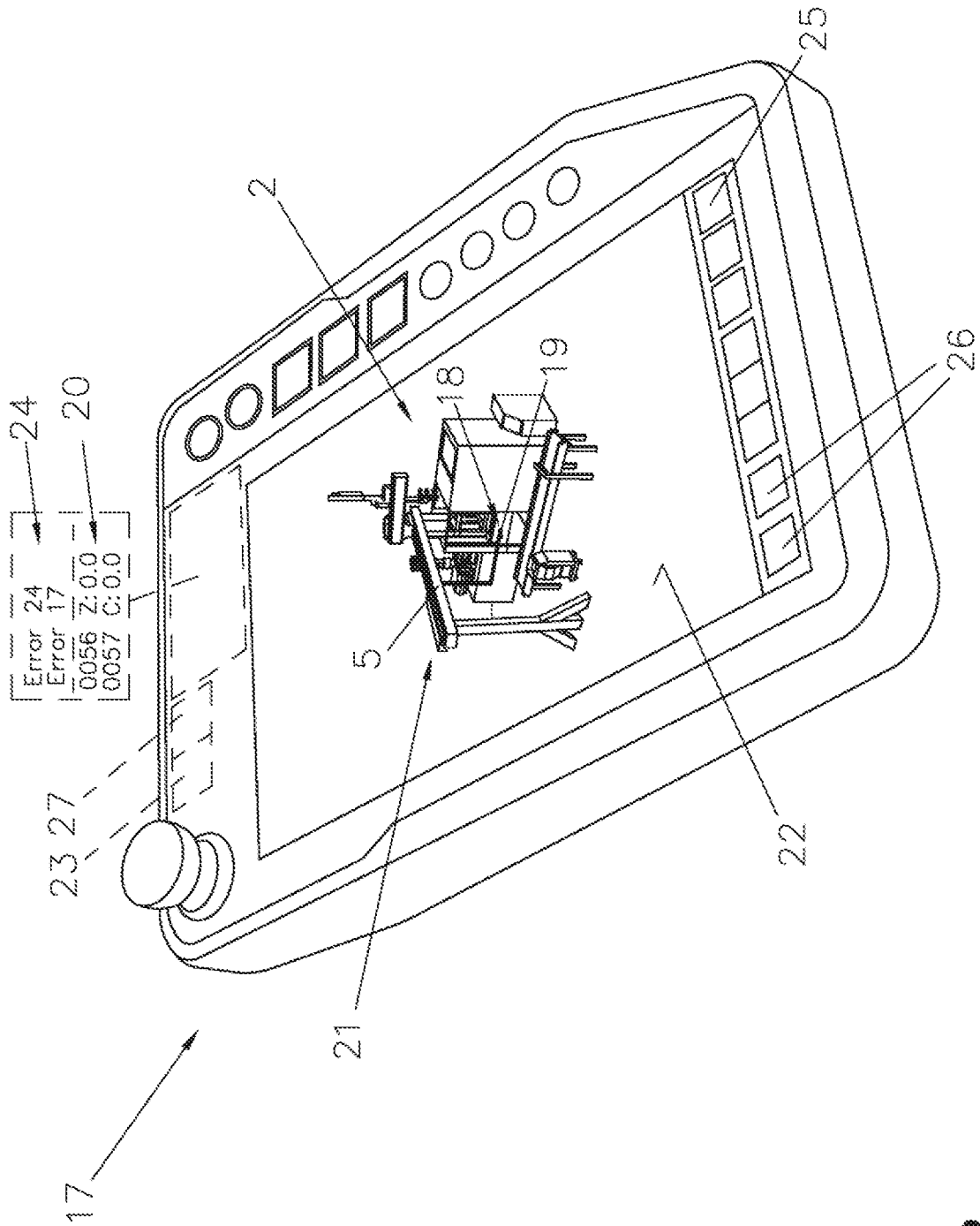


Fig.2

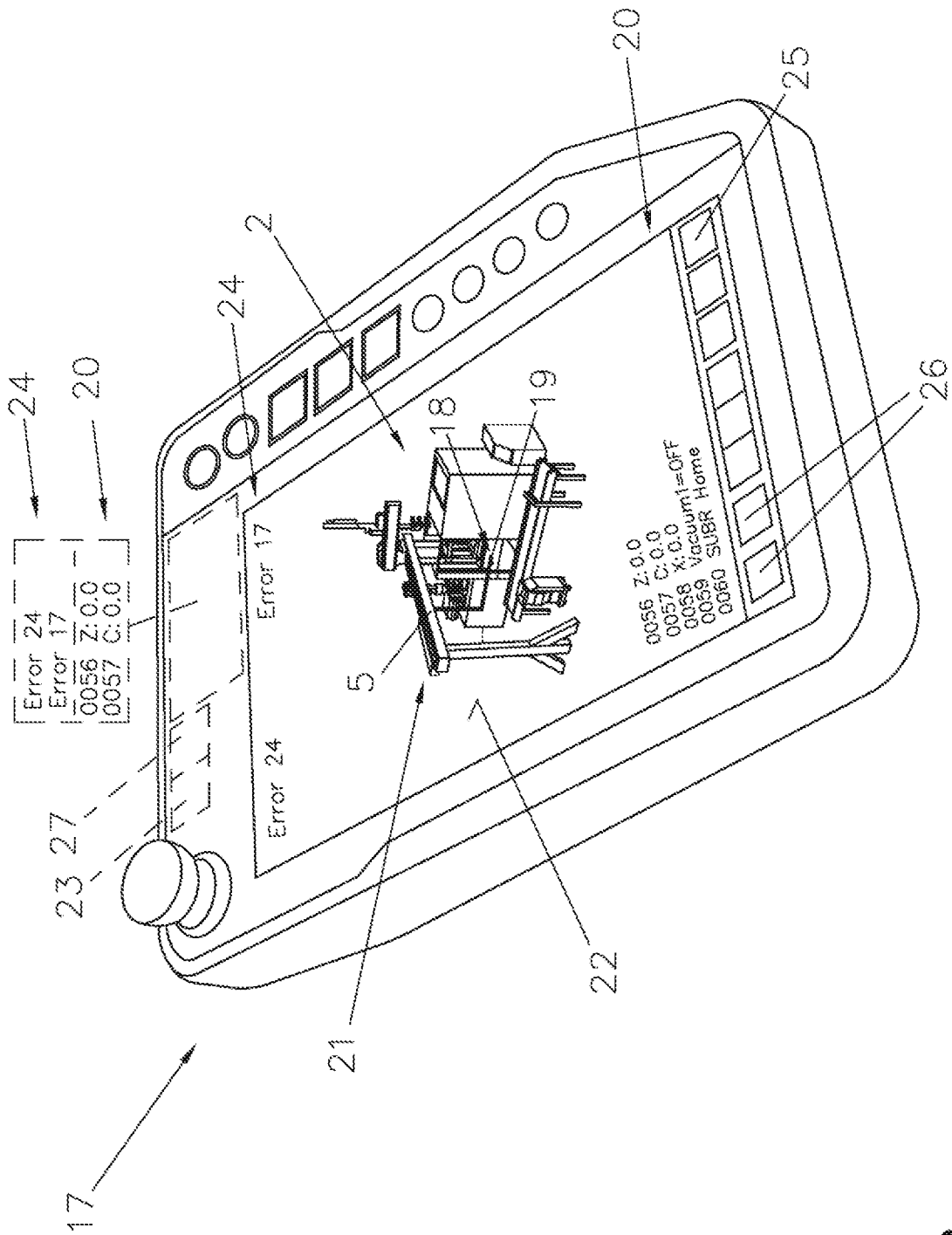


Fig.3

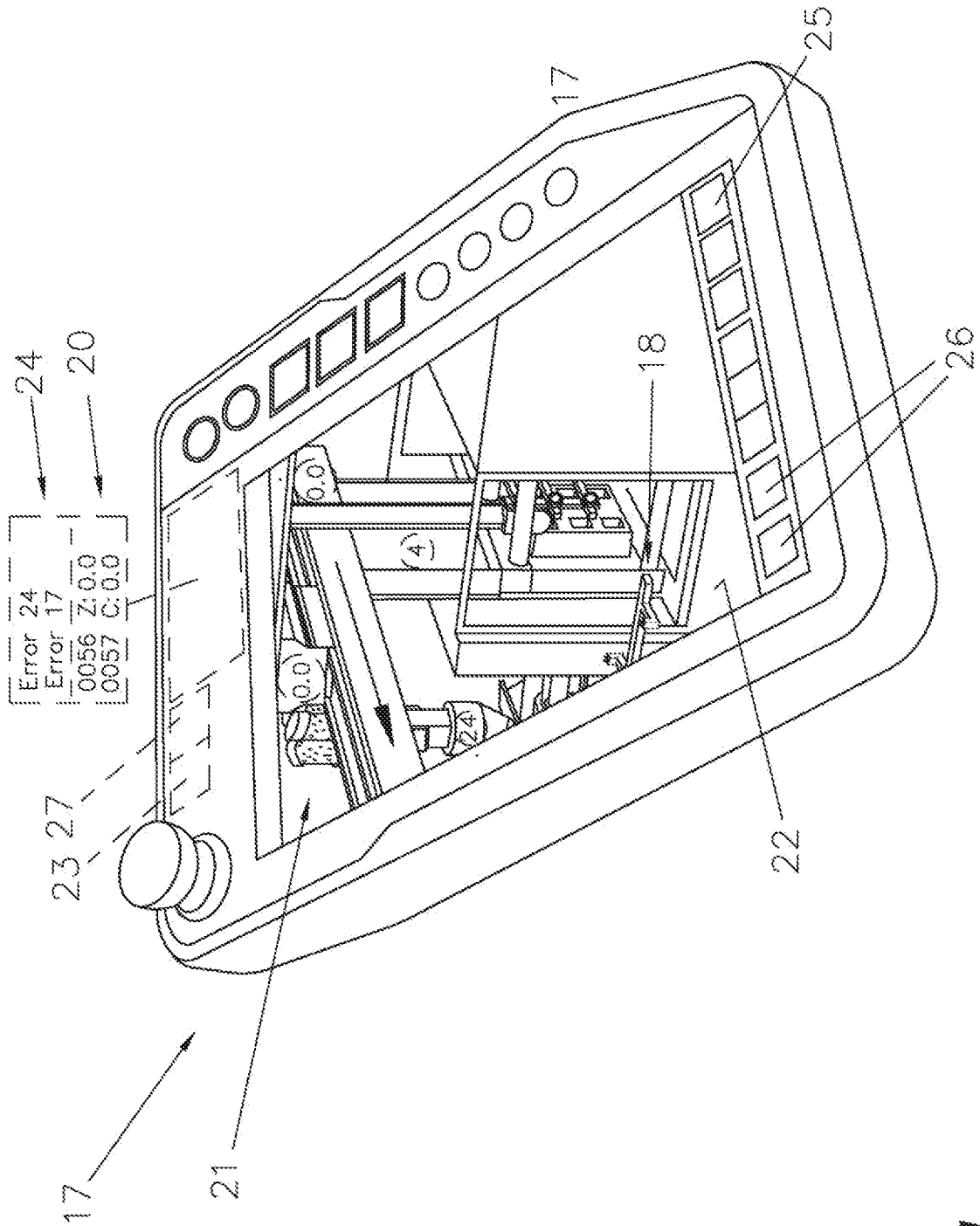


Fig.4