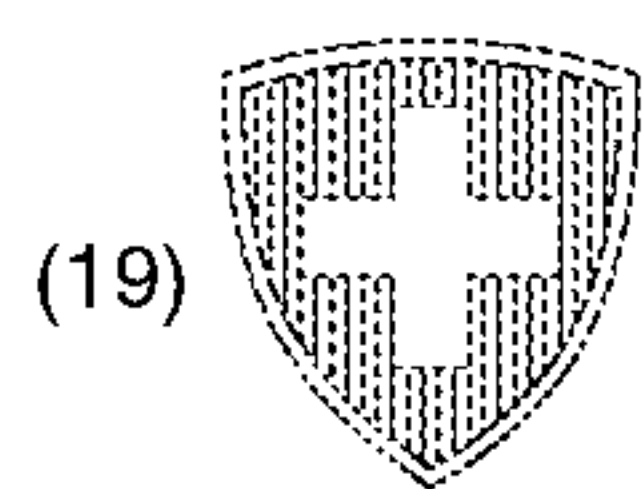




SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **712 782 B1**

(51) Int. Cl.: **B01L** **3/02** (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01475/17

(22) Anmeldedatum: 01.07.2016

(43) Anmeldung veröffentlicht: 05.01.2017

(30) Priorität: 02.07.2015
DE 10 2015 212 457.6

(24) Patent erteilt: 31.07.2020

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.07.2020

(73) Inhaber:
Hamilton Bonaduz AG, Via Crusch 8
7402 Bonaduz (CH)

(72) Erfinder:
Ingo Schwaiger, 7000 Chur (CH)
Meinrad Hofstetter, 7012 Felsberg (CH)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,
Vorderberg 11
8044 Zürich (CH)

(86) Internationale Anmeldung:
PCT/EP 2016/065557

(87) Internationale Veröffentlichung:
WO 2017/001676

(54) **Pipettiervorrichtung mit Bildverarbeitung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Pipettiervorrichtung (10) mit

- wenigstens einem motorisch relativ zu einem Gestell (12) der Pipettiervorrichtung (10) beweglichen Pipettierkanal, vorzugsweise mit einer Mehrzahl von solchen Pipettierkanälen, zur Aspiration oder/und Dispensation einer Flüssigkeit, wobei der wenigstens eine Pipettierkanal zur lösbaren Ankopplung einer gesondert von der Pipettiervorrichtung (10) ausgebildeten Pipettierspitze (28) ausgebildet ist und mit

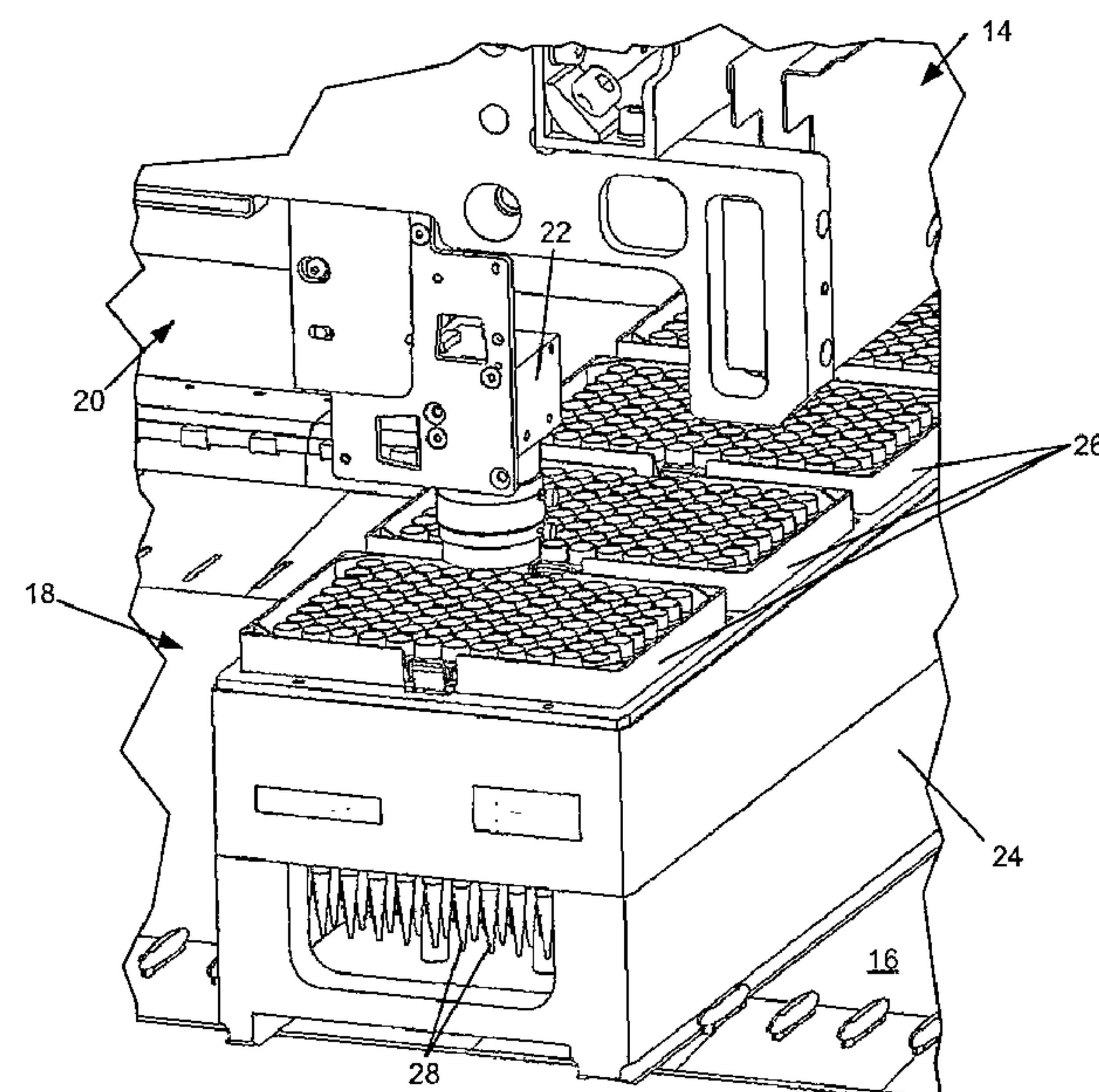
- einer Steuereinrichtung (15) zur Steuerung des Betriebs der Pipettiervorrichtung (10),

wobei die Pipettiervorrichtung (10)

- eine Kamera (22) aufweist, welche dazu ausgebildet ist, wenigstens einen Abschnitt eines Arbeitsbereichs (18) der Pipettiervorrichtung (10) optisch zu erfassen, und

- eine Verarbeitungseinrichtung aufweist, welche zur Bildverarbeitung von mit der Kamera (22) erfassten Bildern ausgebildet ist,

welche dadurch gekennzeichnet ist, dass die Kamera (22) zur optischen Erfassung wenigstens eines Abschnitts eines Bereitstellungsortes für eine Mehrzahl von zur Ankopplung an den wenigstens einen Pipettierkanal bereitgestellten Pipettierspitzen (28) ausgebildet ist, und dass die Verarbeitungseinrichtung dazu ausgebildet ist, ein von der Kamera (22) aufgenommenes Bild von wenigstens dem Abschnitt des Bereitstellungsortes mit einem vorbestimmten Bezugsbild oder/und einem vorbestimmten Bezugsmuster zu vergleichen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Pipettiervorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Die vorliegende Erfindung betrifft beispielsweise eine Pipettiervorrichtung mit

- wenigstens einem motorisch relativ zu einem Gestell der Pipettiervorrichtung beweglichen Pipettierkanal, vorzugsweise mit einer Mehrzahl von solchen Pipettierkanälen, zur Aspiration oder/und Dispensation einer Flüssigkeit, wobei der wenigstens eine Pipettierkanal zur lösbaren Ankopplung einer von der Pipettiervorrichtung ausgebildeten Pipettierspitze ausgebildet ist und mit
- einer Steuereinrichtung zur Steuerung des Betriebs der Pipettiervorrichtung,
- eine Kamera aufweist, welche dazu ausgebildet ist, wenigstens einen Abschnitt eines Arbeitsbereichs der Pipettiervorrichtung optisch zu erfassen, und
- eine Verarbeitungseinrichtung aufweist, welche zur Bildverarbeitung von mit der Kamera erfassten Bildern ausgebildet ist.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft auch einen Pipettierspitzenträger mit einer Mehrzahl von darin aufgenommenen Pipettierspitzen zur Bereitstellung für die oben genannte Pipettiervorrichtung.

[0003] Pipettiervorrichtungen mit wenigstens einem gesteuert motorisch beweglichen Pipettierkanal sind allgemein bekannt. Sie sind häufig in der Fachliteratur auch als „Pipettierroboter“ bezeichnet. Derartige Pipettiervorrichtungen werden in Laboren unter anderem der chemischen und pharmazeutischen Industrie zur automatisierten Verarbeitung hochgenau dosierter Flüssigkeitsmengen, vor allem kleiner Flüssigkeitsmengen im Mikro- oder Milliliterbereich, verwendet. Die Pipettiervorrichtungen aspirieren (nehmen auf) dabei eine vorgegebene Flüssigkeitsmenge an einem Ort und transportieren diese zu einem anderen Ort, wo sie die Flüssigkeitsmenge dispensieren (abgeben).

[0004] Es sind außerdem Pipettiervorrichtungen bekannt, die mit einer Kamera ausgerüstet sind, um beispielsweise den Bereich unterhalb eines Pipettierkopfes, also einen längs einer Pipettierkanalachse des wenigstens einen Pipettierkanals von einer Kopplungsformation des wenigstens einen Pipettierkanals entfernt gelegenen Bereich, optisch zu erfassen.

[0005] Ein wichtiger Einflussfaktor auf die Qualität einer Pipettiervorrichtung und des damit erzielbaren Pipettierergebnisses sind die mit der Pipettiervorrichtung, genauer: mit dem wenigstens einen Pipettierkanal, koppelbaren Pipettierspitzen. Während die Pipettiervorrichtung apparativ im Wesentlichen feststeht, bilden die in der Regel als Wegwerf-Produkte ausgestalteten Pipettierspitzen ein variables Element der Pipettiervorrichtung und damit einen variablen Faktor der von der Pipettiervorrichtung erzielbaren Qualität.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die eingangs genannte Pipettiervorrichtung derart weiterzubilden, dass sie hinsichtlich ihres Qualitätsmanagements verbessert ist.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine gattungsgemäße Pipettiervorrichtung mit allen Merkmalen des Anspruchs 1. Dies ist beispielsweise eine Pipettiervorrichtung, bei welcher die Kamera zur optischen Erfassung wenigstens eines Abschnitts eines Bereitstellungsortes für eine Mehrzahl von zur Ankopplung an den wenigstens einen Pipettierkanal bereitgestellten Pipettierspitzen ausgebildet ist, und bei welcher die Verarbeitungseinrichtung dazu ausgebildet ist, ein von der Kamera aufgenommenes Bild von wenigstens dem Abschnitt des Bereitstellungsortes mit einem vorbestimmten Bezugsbild oder/und einem vorbestimmten Bezugsmuster zu vergleichen.

[0008] Somit ist die Kamera in der Lage, wenigstens einen Teil jenes Orts optisch zu erfassen, an dem Pipettierspitzen zur Ankopplung an die Pipettierkanäle der Pipettiervorrichtung bereitgestellt werden. Somit bietet die vorliegende Erfindung die grundsätzliche Möglichkeit, dass die zur Ankopplung bereitgestellten Pipettierspitzen vor ihrer Ankopplung an die Pipettiervorrichtung zumindest abschnittsweise optisch erfasst werden können und diese optische Erfassung durch die Verarbeitungseinrichtung wenigstens für eine Bewertung aufbereitet werden kann. Somit können durch Vergleich des von der Kamera aufgenommenen Bildes mit dem vorbestimmten Bezugsbild oder/und mit dem vorbestimmten Bezugsmuster die zur Ankopplung bereitgestellten Pipettierspitzen wenigstens qualitativ hinsichtlich qualitätssensibler Merkmale erfasst und bewertet werden.

[0009] Beispielsweise kann durch den oben genannten Vergleich ermittelt werden, ob überhaupt ein Pipettierspitzenträger bereitgestellt ist, ob ein bereitgestellter Pipettierspitzenträger vollständig mit Pipettierspitzen bestückt ist, ob in einem bereitgestellten Pipettierspitzenträger die für eine auszuführende Pipettieraufgabe richtigen Pipettierspitzen enthalten sind und sogar, ob die bereitgestellten Pipettierspitzen in einem Pipettierspitzenträger eine gegebenenfalls erforderliche Qualitätsüberprüfung durchlaufen haben.

[0010] Der Bereitstellungsort ist bevorzugt ein vorbestimmter Bereitstellungsort, den der wenigstens eine Pipettierkanal gemäß vorprogrammierter Steuerung stets anfährt, um eine unbenutzte Pipettierspitze anzukoppeln. Dieser vorbestimmte Bereitstellungsort betrifft jedoch in der Regel nicht eine einzelne Pipettierspitze für sich alleine, sondern den Pipettierspitzen-

zentträger, in dem eine Mehrzahl von Pipettierspitzen bereitgestellt sind und die von einem einzelnen Pipettierkanal nacheinander angekoppelt werden. Im Falle der Verwendung eines Mehrfach-Pipettierkopfes kann auch eine Mehrzahl von Pipettierspitzen gleichzeitig an eine Mehrzahl von Pipettierkanälen des Mehrfach-Pipettierkopfes angekoppelt werden.

[0011] Der Bereitstellungsort kann jedoch auch ein beliebiger Bereitstellungsort im Arbeitsbereich der Pipettiervorrichtung sein, etwa dann, wenn die Pipettiervorrichtung mit ihrer Verarbeitungseinrichtung und gegebenenfalls auch mit ihrer Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, einen bereitgestellten Pipettierspitzenenträger in ihrem Arbeitsbereich zu erkennen und nach dessen Erkennung von diesem die Pipettierspitzen für die nachfolgenden Pipettieraufgaben anzukoppeln.

[0012] Um sicherzugehen, dass die Kamera tatsächlich in der Lage ist, wenigstens Abschnitte der bereitgestellten Pipettierspitzen optisch zu erfassen, ist die Kamera bevorzugt derart angeordnet, dass sie am Bereitstellungsort - bei Unterstellung einer dort tatsächlich bereitgestellten Mehrzahl von Pipettierspitzen - für jede Pipettierspitze aus der Mehrzahl bereitgestellter Pipettierspitzen wenigstens einen Abschnitt erfasst. Die Pipettierspitzen werden in der Regel derart orientiert bereitgestellt, dass ihr Kopplungsabschnitt, welcher mit der Kopplungsformation des wenigstens einen Pipettierkanals der Pipettiervorrichtung zur Ankopplung der Pipettierspitze daran wechselwirkt, zu dem mindestens einen Pipettierkanal hinweist. Da außerdem der Kopplungsabschnitt einer Pipettierspitze im Gegensatz zu ihrer Pipettieröffnung nicht mit einer zu dosierenden Flüssigkeit in Kontakt gelangt, steht der Kopplungsabschnitt eher als die Pipettieröffnung einer Pipettierspitze als optisch manipulierbarer Bereich für eine Bilderkennung zur Verfügung. Somit ist die Kamera besonders bevorzugt derart angeordnet, dass sie als Abschnitt der Pipettierspitzen wenigstens den Kopplungsabschnitt erfasst. Da es aus konstruktiven Gründen vorteilhaft ist, die Kamera oberhalb des Arbeitsbereichs der Pipettiervorrichtung anzuordnen, ist es gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass die Kamera derart angeordnet und ausgebildet ist, dass sie wenigstens eine in Richtung einer Pipettierspitzenachse von einer Pipettieröffnung weg weisende Fläche der Pipettierspitzen erfasst.

[0013] Bevorzugt umfasst die hier diskutierte Pipettiervorrichtung eine Mehrzahl von Pipettierspitzen, welche an dem Bereitstellungsort in einem Pipettierspitzenenträger bereitgestellt sind, um an den wenigstens einen Pipettierkanal angekoppelt zu werden.

[0014] Um bei dem oben genannten Vergleich des von der Kamera erfassten Bildes mit einem vorbestimmten Bezugsbild oder einem vorbestimmten Bezugsmuster ein möglichst eindeutiges Bewertungsergebnis erzielen zu können, ist es bevorzugt, dass die in dem Pipettierspitzenenträger aufgenommenen Pipettierspitzen wenigstens zwei sich optisch unterscheidende Arten von Pipettierspitzen aufweisen. Dabei kann sich die wenigstens eine Pipettierspitze einer Art von der wenigstens einen Pipettierspitze einer anderen Art unter anderem aufgrund von wenigstens abschnittsweise aufgetragener Farbe oder/und aufgrund von wenigstens abschnittsweise ausgebildeter optisch wirksamer Oberflächentextur unterscheiden. Die optisch wirksame Oberflächentextur kann durch entsprechende Beleuchtung in ihrer Wirkung sowie in ihrer Unterscheidbarkeit von einer anderen Oberflächentextur noch verstärkt werden. Eine Weiterbildung der Pipettiervorrichtung der vorliegenden Erfindung kann daher Beleuchtungsmittel aufweisen, welche dazu angeordnet und ausgebildet sind, den von der Kamera erfassbaren Bereich zu beleuchten. Die Verarbeitungseinrichtung ist folglich bevorzugt dazu ausgebildet, ein von der Kamera aufgenommenes Bild der Mehrzahl der in dem Pipettierspitzenenträger bereitgestellten Pipettierspitzen mit dem vorbestimmten Bezugsbild oder/und dem vorbestimmten Bezugsmuster zu vergleichen.

[0015] Bevorzugt enthält der Pipettierspitzenenträger eine Mehrzahl von Pipettierspitzen der einen Art wie auch der anderen Art. Weiterhin soll nicht ausgeschlossen sein, dass der Pipettierspitzenenträger mehr als nur zwei Arten von sich optisch unterscheidenden Pipettierspitzen aufweist. Die Pipettierspitzen eines Pipettierspitzenenträgers sind bevorzugt funktionsgleich und unterscheiden sich lediglich optisch.

[0016] Die Verwendung von wenigstens zwei Arten optisch sich unterscheidender Pipettierspitzen kann in einem Pipettierspitzenenträger mit festen Orten zur Anordnung von Pipettierspitzen - diese sind in der Regel in Zeilen und Spalten in einem orthogonalen Muster im Pipettierspitzenenträger angeordnet - zur binären Kodierung von Information verwendet werden, beispielsweise wenn die eine Art von Pipettierspitzen eine „0“ und die andere Art von Pipettierspitzen eine „1“ repräsentiert. Diese Art von Information kann durch die Verarbeitungseinrichtung erfasst werden, wenn diese dazu ausgebildet ist, durch den Vergleich zu ermitteln, ob eine Anordnung von optisch unterscheidbaren Pipettierspitzen im Pipettierspitzenenträger relativ zueinander einer vorbestimmten Relativanordnung entspricht oder nicht. Durch eine solche Kodierung kann beispielsweise durch die Verarbeitungseinrichtung ermittelt werden, ob die bereitgestellten Pipettierspitzen für die auszuführende Pipettieraufgabe tatsächlich die geeigneten Pipettierspitzen sind oder nicht. Beispielsweise kann durch Anordnung der wenigstens zwei sich optisch unterscheidenden Arten von Pipettierspitzen das maximale Aufnahmevolumen der Pipettierspitzen kodiert werden, sodass die Verarbeitungseinrichtung erkennen oder eine Erkennung wenigstens vorbereiten kann, ob die bereitgestellten Pipettierspitzen das benötigte Aufnahmevolumen aufweisen und nicht etwa zu groß oder zu klein sind.

[0017] Dabei muss die Anordnung der Pipettierspitzen im Pipettierspitzenenträger jedoch keine binäre Kodierung sein. Die sich optisch unterscheidenden Pipettierspitzen können im Pipettierspitzenenträger in einem vorbestimmten Muster angeordnet sein, das auf eine Herkunft der Pipettierspitzen von einem bestimmten Hersteller hindeutet. So lassen sich beispielsweise Verwender der Pipettiervorrichtung vor einer Verwendung von minderwertigen Pipettierspitzen unbestimmter Herkunft schützen.

[0018] Bevorzugt ist die Verarbeitungseinrichtung in Kommunikationsverbindung mit der Steuereinrichtung. Sie kann sogar Teil der Steuereinrichtung sein, wobei sie hierfür nicht körperlich durch denselben Prozessor realisiert zu sein braucht. Die Steuereinrichtung ist bevorzugt dazu ausgebildet, abhängig von dem vergleichsbasierten Ermittlungsergebnis eine Aktion auszuführen, wie etwa eine Meldung auszugeben, etwa um den Benutzer der Pipettiervorrichtung vor einer Verwendung falscher Pipettierspitzen zu warnen. Alternativ oder zusätzlich kann die Steuereinrichtung eine Meldung an eine vorbestimmte Adresse versenden, beispielsweise per eMail, etwa zu Warn- oder Dokumentationszwecken.

[0019] Vorzugsweise ist also die Steuereinrichtung dazu ausgebildet, den Betrieb der Pipettiervorrichtung abhängig von dem vergleichsbasierten Ermittlungsergebnis zu steuern. Dies umfasst beispielsweise die Ausbildung, dann eine Ankopplung wenigstens einer, vorzugsweise aller Pipettierspitzen des Pipettierspitzenträgers zu verhindern, wenn das vergleichsbasierte Ermittlungsergebnis zeigt, dass keine ausreichende Übereinstimmung der tatsächlichen Relativanordnung von optisch unterscheidbaren Pipettierspitzen mit der vorbestimmten Relativanordnung besteht. In dem oben genannten Beispielfall einer Informationskodierung durch entsprechende Relativanordnung der optisch unterscheidbaren Pipettierspitzen kann die Steuervorrichtung nach Feststellung, dass die falschen Pipettierspitzen bereitgestellt wurden, den weiteren Betrieb der Pipettiervorrichtung unterbrechen, bis eine Bedienperson die Betriebssituation überprüft und durch entsprechende Eingabeaktion die Betriebsunterbrechung aufgehoben hat.

[0020] Bevorzugt weist die Pipettiervorrichtung der vorliegenden Erfindung eine Mehrzahl von Pipettierkanälen auf, wobei diese zur gemeinsamen Bewegung in einem Mehrfach-Pipettierkopf aufgenommen sein können oder wobei diese relativ zueinander einzeln oder in Gruppen bewegt werden können. Gerade in dem Fall, dass die Anzahl bereitgestellter Pipettierspitzen größer ist als die Anzahl an Pipettierkanälen der Pipettiervorrichtung, sodass selbst dann, wenn alle Pipettierkanäle gleichzeitig eine neue Pipettierspitze aufnehmen würden, nicht alle Pipettierspitzen des Pipettierspitzenträgers entnommen werden würden, ist es vorteilhaft, wenn die Verarbeitungseinrichtung dazu ausgebildet ist, zu erkennen, ob ein am Bereitstellungsort bereitgestellter Pipettierspitzenträger gegen einen anderen Pipettierspitzenträger ausgetauscht wurde. Verbleiben nämlich nach einem Ankopplungsvorgang unverbrauchte Pipettierspitzen in dem Pipettierspitzenträger, die bei einem nachfolgenden Ankopplungsvorgang entnommen werden, ändert sich durch die unvollständige Entnahme von Pipettierspitzen aus dem Pipettierspitzenträger das durch die Kamera von dem Bereitstellungsort erfassbare Bild. Der oben genannte Vergleich des erfassten Bildes mit einem vorbestimmten Bezugsbild oder/und einem vorbestimmten Bezugsmuster kann nämlich unter Umständen nur mit einem vollständig oder mit einem wenigstens in einem vorbestimmten Mindestumfang bestückten Pipettierspitzenträger funktionieren. Ist ein entsprechend bestückter Pipettierspitzenträger durch die beschriebene Bilderfassung und -auswertung als in Ordnung befunden worden, ist es vorteilhaft, wenn dieses Ergebnis in einem Datenspeicher hinterlegt ist und bleibt, bis ein Austausch des bereits überprüften Pipettierspitzenträgers durch einen neuen Pipettierspitzenträger festgestellt wird, sei es durch optische Erfassung des Bereitstellungsortes durch die Kamera oder sei es durch entsprechende manuelle Eingabe einer Bedienperson.

[0021] Um sicherzustellen, dass die Kamera den Bereitstellungsort erfassen kann, kann die Kamera zur gemeinsamen Bewegung mit dem wenigstens einen Pipettierkanal gekoppelt sein. In diesem Fall ist sie bevorzugt derart angeordnet, dass sie einen Bereich erfasst, welcher in Richtung einer Pipettierkanalachse des wenigstens einen Pipettierkanals unter dem wenigstens einen Pipettierkanal gelegen ist. Alternativ kann die Kamera jedoch auch gestellfest an einem Gestell der Pipettiervorrichtung vorgesehen sein, zu welchem der wenigstens eine Pipettierkanal relativbeweglich vorgesehen ist. In diesem Fall ist die Kamera bevorzugt derart eingestellt, dass sie wenigstens einen so großen Teil des Arbeitsbereichs der Pipettiervorrichtung optisch erfassen kann, dass ein vorbestimmter Bereitstellungsort oder eine Mehrzahl möglicher oder zu erwartender Bereitstellungsorte stets von der Kamera optisch erfasst werden können.

[0022] Da gemäß der obigen Beschreibung der Pipettierspitzenträger mit den darin aufgenommenen Pipettierspitzen als Informationsträger für die oben beschriebene Pipettiervorrichtung dient, betrifft die vorliegende Erfindung zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe auch einen Pipettierspitzenträger mit einer Mehrzahl von darin aufgenommenen Pipettierspitzen gemäß Anspruch 8.

[0023] Erfindungsgemäß ist aus den oben genannten Gründen vorgesehen, dass die in dem Pipettierspitzenträger aufgenommenen Pipettierspitzen wenigstens zwei sich optisch unterscheidende Arten von Pipettierspitzen aufweisen. Bezüglich der körperlichen Ausgestaltung der wenigstens zwei Arten von Pipettierspitzen zur Sicherstellung ihrer optischen Unterscheidbarkeit wird auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0024] Zur Erleichterung der Ankopplung der Mehrzahl von Pipettierspitzen in dem Pipettierspitzenträger ist es bevorzugt, wenn sich jede der Pipettierspitzen entlang einer jeweiligen Pipettierspitzenachse erstreckt. Dann lassen sich die vorhandenen optischen Unterschiede besonders gut dann von einer erhöhten Kameraposition aus erkennen, wenn sich die wenigstens eine Pipettierspitze einer Art von der wenigstens einen Pipettierspitze einer anderen Art aufgrund von optisch unterschiedlichen Flächenbereichen unterscheidet, die mit der jeweiligen Pipettierachse einen Winkel, vorzugsweise einen Winkel von größer als 60°, besonders bevorzugt einen rechten Winkel, einschließen. Die bezüglich des Pipettierspitzenträgers erhöhte Kameraposition ist dann gegeben, wenn die Kamera zur gemeinsamen Bewegung mit dem Pipettierkopf ausgebildet ist. Die bezüglich des Pipettierspitzenträgers erhöhte Kameraposition ist dann vorteilhaft, wenn die Kamera einen so großen Teil des Arbeitsbereichs der Pipettiervorrichtung erfassen können soll, dass alle möglichen Bereitstellungsorte von ihr erfassbar sind.

[0025] Da der Pipettierspitzenträger nach seiner Bereitstellung in der Regel auf einer undurchsichtigen Arbeitsplatte abgestellt ist, ist die Erfassung der Mehrzahl von Pipettierspitzen von einer bezüglich des Pipettierspitzenträgers erhöhten Kameraposition ratsam. Die Kamera befindet sich daher bevorzugt bezüglich der Pipettierachsen der Pipettierspitzen axial über der Mehrzahl von Pipettierspitzen. Die verwendeten Pipettierspitzen sind dann besonders sicher voneinander optisch unterscheidbar, wenn sich die wenigstens eine Pipettierspitze einer Art von der wenigstens einen Pipettierspitze einer anderen Art aufgrund wenigstens eines Abschnitts ihrer in axialer Richtung, bevorzugt von einer Pipettieröffnung weg, weisenden Stirnfläche, bevorzugt am kopplungsseitigen Längsende, unterscheiden. Diese Stirnfläche ist stets ausreichend gut ausgeleuchtet oder mit entsprechenden Beleuchtungsmitteln wenigstens ausreichend ausleuchtbar, sodass für die Erfassung und Auswertung der Stirnflächen der Pipettierspitzen ein vorteilhaftes Signal-Rausch-Verhältnis erhalten werden kann.

[0026] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert werden. Es stellt dar:

Figur 1 eine beispielhafte erfindungsgemäße Ausführungsform einer Pipettiervorrichtung in Form eines Pipettierroboters,

Figur 2 ein Vorratsträger zur Bereitstellung einer Mehrzahl von erfindungsgemäßen Pipettierspitzenträgern mit jeweils einer Mehrzahl von Pipettierspitzen,

Figur 3 eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines Pipettierspitzenträgers der vorliegenden Anmeldung zur Verwendung in einer Pipettiervorrichtung, etwa jener von Figur 1, oder in einem Vorratsträger, wie er beispielhaft in Figur 2 dargestellt ist,

Figur 4 eine Detailansicht der Pipettiervorrichtung von Figur 1 und

Figur 5 eine beispielhafte Darstellung eines von der Kamera der Pipettiervorrichtung erfassten Bildes eines vollbestückten Pipettierspitzenträgers gemäß Figur 3.

[0027] In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Ausführungsform einer Pipettiervorrichtung allgemein mit 10 bezeichnet. Beispielhaft ist ein Pipettierroboter als Pipettiervorrichtung dargestellt. In Figur 3 ist ein zentraler Bereich der Darstellung von Figur 1 vergrößert im Detail gezeigt.

[0028] Die Pipettiervorrichtung 10 weist ein Gehäuse 12 auf, an dem ein Pipettierkopf 14 in y-Richtung verlagerbar aufgenommen ist. Der Pipettierkopf 14 kann eine Mehrzahl von in x-Richtung verlagerbaren Pipettierkanälen aufweisen, von welchen jeder einzelne Pipettierkanal unabhängig von den anderen Pipettierkanälen in z-Richtung zur Arbeitsfläche 16 des Arbeitsbereichs 18 hin abgesenkt und von dieser wieder angehoben werden kann.

[0029] In an sich bekannter Weise können die Verstellmotoren zur Verlagerung des Pipettierkopfes 14 in y-Richtung im Gehäuse 12 aufgenommen sein. Weiter können am Pipettierkopf 14 in x-Richtung verlagerbare Module vorgesehen sein, welche beispielsweise mittels eines Spindeltriebs oder eines Linearantriebs in x-Richtung verlagerbar sind, vorzugsweise unabhängig voneinander verlagerbar sind. Jedes Modul kann einen Pipettierkanal tragen, welcher durch einen weiteren Verstellmotor in z-Richtung verlagerbar am Modul aufgenommen sein kann.

[0030] Im Gehäuse 12 der Pipettiervorrichtung 10 ist überdies eine Steuereinrichtung 15, etwa in Form einer CPU, vorgesehen, welche den Betrieb der Pipettiervorrichtung 10 steuert. Der Betrieb der Pipettiervorrichtung 10 umfasst beispielsweise die Verlagerung des Pipettierkopfes sowie eines oder mehrerer Pipettierkanäle und den Betrieb einer Druckveränderungsvorrichtung zur Aspiration und Dispensation von Flüssigkeit durch die Pipettierkanäle.

[0031] Die Pipettiervorrichtung 10 weist außerdem einen Kamerakopf 20 auf, an welchem eine Kamera 22 verstellbar aufgenommen ist. Es reicht in dem gegebenen Beispiel aus, wenn die Kamera 22 in x-Richtung längs des unter der Kamera 22 vorgesehenen Vorratsträgers 24 verstellbar ist. Der Vorratsträger 24, der in Figur 2 in Alleinstellung vergrößert dargestellt ist, ist auf der Arbeitsfläche 16 im Arbeitsbereich 18 der Pipettiervorrichtung 10 unmittelbar unterhalb der Kamera 22 bzw. des Kamerakopfes 20 bereitgestellt.

[0032] In dem Vorratsträger 24 befindet sich eine Mehrzahl von Pipettierspitzenträgern 26 in x-Richtung aufeinanderfolgend, von welchen jeder wiederum eine Mehrzahl von - im gezeigten Beispiel genau $12 \times 8 = 96$ - Pipettierspitzen 28 enthält, die in z-Richtung aus ihrem jeweiligen Pipettierspitzenträger 26 entnommen werden können. Die gleichartigen Pipettierspitzenträger 26, von welchen einer in Figur 3 in Alleinstellung vergrößert dargestellt ist, umfassen beispielsweise eine matrixartige Anordnung von Durchgangslöchern, durch welche hindurch die vorzugsweise rotationssymmetrischen Pipettierspitzen 28 mit ihren dosierseitigen Längsenden 28a hindurchgesteckt werden können und auf deren Rändern die Pipettierspitzen 28 mit ihrem kopplungsseitigen Längsende 28b aufliegen können. Das dosierseitige Längsende 28a der Pipettierspitzen 28 weist in an sich bekannter Weise eine Pipettieröffnung auf, das kopplungsseitige Längsende 28b weist eine Kopplungsformation 30 zur Ankopplung an die jeweiligen Pipettierkanäle der Pipettiervorrichtung 10 auf.

[0033] Die Pipettierspitzen 28 erstrecken sich längs einer Pipettierspitzenachse P, die bevorzugt auch eine Rotationssymmetrieachse ist.

[0034] Flächen am kopplungsseitigen Längsende 28b der Pipettierspitzen 28, wie etwa die Stirnfläche 32 der Kopplungsformationen 30 der Pipettierspitzen 28, die in dem Bereitstellungszustand von Figur 1 zur Kamera 22 hinweisen, können bei einigen Pipettierspitzen 28 optisch abweichend von anderen Pipettierspitzen 28 ausgestaltet sein. Beispielsweise können einige Pipettierspitzen 28 Farbe tragen, während andere Pipettierspitzen 28 keinerlei Farbauftrag aufweisen oder einen Auftrag anderer Farbe aufweisen. Alternativ oder zusätzlich können einige Pipettierspitzen 28 an zur Kamera 22 hinweisenden Flächen eine andere Oberflächenstruktur aufweisen als andere Pipettierspitzen 28 und dadurch von letzteren optisch unterscheidbar sein.

[0035] Als zur Kamera 22 hinweisend gilt dabei jede Fläche, deren Normalenvektor bei bestimmungsgemäßer Bereitstellung im Arbeitsbereich 18 eine Erstreckungskomponente in Richtung zur Kamera 22 hin aufweist, also im vorgestellten Beispiel eine Erstreckungskomponente in z-Richtung.

[0036] Die Pipettierspitzen 28 sind alle funktionsgleich. Sie unterscheiden sich lediglich optisch voneinander, wobei im dargestellten Beispiel genau zwei Arten optisch unterscheidbarer Pipettierspitzen 28 vorgesehen sind. Diese sind in Figur 5 dargestellt.

[0037] Figur 5 zeigt beispielhaft eine Aufnahme, wie sie von Kamera 22 in den Figuren 1 und 4 aufgenommen sein könnte. Die Figuren 5a und 5b unterscheiden sich dabei nur in der Orientierung der aufgenommenen Pipettierspitzen 28. Die Ansichten der Figuren 5a und 5b sind Ansichten der Kamera 22 bei Betrachtung in z-Richtung, wobei sich die Kamera 22 bevorzugt exakt über dem betrachteten Pipettierspitzen 28 befindet.

[0038] Fasst man zur Erleichterung der Erläuterung in Figur 5a die Anordnung der Pipettierspitzen 28 als Anordnung in zwölf Zeilen und acht Spalten auf und adressiert man die einzelne aufgenommene Pipettierspitze 28 mit (Zeilennummer; Spaltennummer), wobei die Pipettierspitze 28 in Figur 5a links oben die Adresse (1;1) haben soll, dann gehören folgende Pipettierspitzen 28 zu einer ersten Art 34 von Pipettierspitzen: (1;1) bis (2;8), (3;1), (3;4) bis (3;6), (4;2), (4;4), (4;5), (4;7), (5;1), (5;4), (5;5), (5;7), (6;1), (6;2), (6;4), (6;5), (6;8), (7;1), (7;7), (7;8), (8;2), (8;4), (8;5), (8;7), (9;2), (9;4), (9;5), (9;7), (10;1), (10;3) bis (10;6), (10;8) und (11;1) bis (12; 8).

[0039] Folgende Pipettierspitzen 28 gehören stattdessen zu einer von der ersten Art 34 optisch durch die Kamera 22 unterscheidbaren zweiten Art 36 von Pipettierspitzen: (3;2), (3;3), (3;7), (3;8), (4;1), (4;3), (4;6), (4;8), (5;2), (5;3), (5;6), (5;8), (6;3), (6;6), (6;7), (7;2) bis (7;6), (8;1), (8;3), (8;6), (8;8), (9;1), (9;3), (9;6), (9;8), (10;2) und (10;7).

[0040] Folgende Pipettierspitzen 28 gehören in Figur 5b zu der ersten Art 34 von Pipettierspitzen: (1;1) bis (1;3), (1;7), (1;8), (1;11), (2;1), (2;2), (2;4), (2;5), (2;7), (2;9), (2;11), (3;1) bis (3;3), (3;7), (3;9), (3;11), (3;12), (4;1) bis (4;5), (4;7), (4;9), (4;11), (5;1) bis (5;3), (5;10) bis (5;12), (6;1), (6;2), (6;4), (6;5), (6;7), (6;9) bis (6;12), (7;1) bis (7;3), (7;6), (7;7), (7;9), (7;11), (7;12), (8;1) bis (8;8) und (8;10) bis (8;12).

[0041] Folgende Pipettierspitzen 28 gehören in Fig. 5b zu der von der ersten Art 34 optisch durch die Kamera 22 unterscheidbaren zweiten Art 36 von Pipettierspitzen: (1;4) bis (1;6), (2;3), (2;6), (2;8), (2;10), (2;12), (3;4) bis (3;6), (3;8), (3;10), (4;6), (4;8), (4;10), (4;12), (5;4) bis (5;9), (6;3), (6;6), (6;8), (7;4), (7;5); (7;8), (7;10) und (8;9).

[0042] Dabei bilden beispielsweise die Pipettierspitzen 28 der Arten 34 und 36 bei der Orientierung gemäß Figur 5a in den Zeilen 3 bis 10 ein Muster, das eine Verarbeitungseinrichtung, die bevorzugt Teil der Steuereinrichtung 15 ist, mit einem vorbestimmten Muster vergleicht. Die Steuereinrichtung 15 steuert anhand des Vergleichsergebnisses den weiteren Betrieb der Pipettiervorrichtung 10.

[0043] Ebenso bilden in der Orientierung von Figur 5b die unterschiedlichen Arten 34 und 36 von Pipettierspitzen 28 in den Spalten 3 bis 10 ein Muster, dass die Verarbeitungseinrichtung mit einem vorbestimmten Muster vergleicht. Wiederum steuert die Steuereinrichtung 15 abhängig von dem Vergleichsergebnis den weiteren Betrieb der Pipettiervorrichtung 10.

[0044] Dabei kann die Verarbeitungseinrichtung die Gesamtheit der Pipettierspitzen 28 in einem Pipettierspitzen 28 in einem Pipettierspitzen 28 nach dem vorbestimmten Bezugsmuster durchsuchen und die Steuereinrichtung 15 kann abhängig davon, ob die Verarbeitungseinrichtung das vorbestimmte Bezugsmuster in dem von der Kamera 22 aufgenommenen Bild des bereitgestellten Pipettierspitzen 28 findet oder nicht, weitere Maßnahmen veranlassen bzw. den Betrieb der Pipettiervorrichtung 10 steuern.

[0045] In der Anordnung von Pipettierspitzen 28 gemäß Figur 5b sind die acht Pipettierspitzen 28 in Spalte 12 zur Kodierung beispielsweise des mit den vorliegenden Pipettierspitzen maximal aufnehmbaren Pipettievolumens oder des Materials der Pipettierspitzen 28 verwendet. Dabei können die Pipettierspitzen 28 der ersten Art 34 beispielsweise eine „0“ repräsentieren und können die Pipettierspitzen 28 der zweiten Art 36 eine „1“ repräsentieren. Die Bereitstellungsplätze der Zeilen 1 bis 8 können 28 in Spalte 12 des Pipettierspitzen 28 von Figur 5b beispielsweise von oben nach unten Exponenten 0 bis 7 von Zweierpotenzen repräsentieren. In einem binären Zahlencode können die in Spalte 12 angeordneten Pipettierspitzen 28 somit die Zahl „11“ repräsentieren. Auf diese Weise können durch Anordnung zweier unterschiedlicher Arten von Pipettierspitzen 28 in einer Spalte oder Zeile mit acht Anordnungsplätzen 255 verschiedene Zustände oder Informationen über die im jeweiligen Pipettierspitzen 28 bereitgestellten Pipettierspitzen 28 kodiert sein.

[0046] Die Verarbeitungseinrichtung, d. h. im vorliegenden Fall die Steuereinrichtung 15, kann dazu ausgebildet sein, eine Aufnahme einer Pipettierspitze 28 aus einem bereitgestellten Pipettierspitzenträger 26 dann zu verweigern, also beispielsweise einen weiteren Betrieb der Pipettiervorrichtung 10, vorzugsweise unter Ausgabe eines Warnhinweises oder unter Versand einer E-Mail an eine vorbestimmte Adresse, zu unterbinden, wenn das vorbestimmte Bezugsmuster in einem durch die Kamera 22 aufgenommenen Bild der kopplungsseitigen Längsendsen 28b der in einem Pipettierspitzenträger 26 bereitgestellten Pipettierspitzen 28 nicht aufgefunden wird. Dies kann beispielsweise bedeuten, dass die Pipettierspitzen nicht von einem vorbestimmten Hersteller stammen und nicht dessen Qualitätskontrolle durchlaufen haben. Entsprechendes kann die Verarbeitungseinrichtung bzw. die Steuereinrichtung 15 veranlassen, wenn die Auswertung einer durch die Pipettierspitzen 28 gebildeten Binärokodierung einer Zeile oder/und einer Spalte von Pipettierspitzen 28 durch Bildverarbeitung in der Verarbeitungseinrichtung einen anderen als den für die jeweilige Pipettieraufgabe erwarteten Wert ergibt, also wenn somit ermittelt wird, dass für eine auszuführende Pipettieraufgabe irrtümlich nicht geeignete Pipettierspitzen 28 bereitgestellt wurden.

Patentansprüche

1. Pipettiervorrichtung (10) mit
 - wenigstens einem motorisch relativ zu einem Gestell (12) der Pipettiervorrichtung (10) beweglichen Pipettierkanal zur Aspiration oder/und Dispensation einer Flüssigkeit, wobei der wenigstens eine Pipettierkanal zur lösbaren Ankopplung einer gesondert von der Pipettiervorrichtung (10) ausgebildeten Pipettierspitze (28) ausgebildet ist,
 - einer Mehrzahl von in einem Pipettierspitzenträger (26) zur Ankopplung an den wenigstens einen Pipettierkanal an dem Bereitstellungsort bereitgestellten Pipettierspitzen (28), und mit
 - einer Steuereinrichtung (15) zur Steuerung des Betriebs der Pipettiervorrichtung (10), wobei die Pipettiervorrichtung (10)
 - eine Kamera (22) aufweist, welche dazu ausgebildet ist, wenigstens einen Abschnitt eines Arbeitsbereichs (18) der Pipettiervorrichtung (10) optisch zu erfassen, und
 - eine Verarbeitungseinrichtung aufweist, welche zur Bildverarbeitung von mit der Kamera (22) erfassten Bildern ausgebildet ist,
 wobei die Kamera (22) zur optischen Erfassung wenigstens eines Abschnitts eines Bereitstellungsortes für die Mehrzahl von zur Ankopplung an den wenigstens einen Pipettierkanal bereitgestellten Pipettierspitzen (28) ausgebildet ist, und wobei die Verarbeitungseinrichtung dazu ausgebildet ist, ein von der Kamera (22) aufgenommenes Bild von wenigstens dem Abschnitt des Bereitstellungsortes mit einem vorbestimmten Bezugsbild oder/und einem vorbestimmten Bezugsmuster zu vergleichen,
 dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Pipettierspitzenträger (26) aufgenommenen Pipettierspitzen (28) wenigstens zwei sich optisch unterscheidende Arten (34, 36) von Pipettierspitzen (28) aufweisen, wobei die Verarbeitungseinrichtung dazu ausgebildet ist, ein von der Kamera (22) aufgenommenes Bild der Mehrzahl der in dem Pipettierspitzenträger (26) bereitgestellten Pipettierspitzen (28) mit dem vorbestimmten Bezugsbild oder/und dem vorbestimmten Bezugsmuster zu vergleichen.
2. Pipettiervorrichtung (10) nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera (22) derart angeordnet ist, dass sie am Bereitstellungsort für jede Pipettierspitze (28) aus der Mehrzahl bereitgestellter Pipettierspitzen (28) wenigstens einen Abschnitt, bevorzugt wenigstens einen Kopplungsabschnitt (30), besonders bevorzugt wenigstens eine in Richtung einer Pipettierspitzenachse P von einer Pipettieröffnung (28a) wegweisende Fläche (32) erfasst.
3. Pipettiervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet, dass sich die wenigstens eine Pipettierspitze (28) einer Art (34;) von der wenigstens einen Pipettierspitze (28) einer anderen Art (36) aufgrund von wenigstens abschnittsweise aufgetragener Farbe oder/und aufgrund von wenigstens abschnittsweise ausgebildeter optisch wirksamer Oberflächentextur unterscheidet.
4. Pipettiervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinrichtung dazu ausgebildet ist, durch den Vergleich zu ermitteln, ob eine Anordnung von optisch unterscheidbaren Pipettierspitzen (28) im Pipettierspitzenträger (26) relativ zueinander einer vorbestimmten Relativanordnung entspricht oder nicht, wobei die Steuereinrichtung (15) bevorzugt abhängig von dem vergleichsbasierten Ermittlungsergebnis eine Aktion ausführt, wie etwa eine Meldung auszugeben oder eine Meldung an eine vorbestimmte Adresse zu versenden, beispielsweise per Email.
5. Pipettiervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinrichtung in Kommunikationsverbindung mit der Steuereinrichtung (15) ist, vorzugsweise Teil der Steuereinrichtung (15) ist, wobei die Steuereinrichtung (15) den Betrieb der Pipettiervorrichtung (10) abhängig von dem vergleichsbasierten Ermittlungsergebnis steuert, insbesondere dann eine Ankopplung wenigstens einer, vorzugsweise aller Pipettierspitzen (28) des Pipettierspitzenträgers (26) verhindert, wenn das vergleichsbasierte Ermittlungsergebnis zeigt, dass keine ausreichende Übereinstimmung der tatsächlichen Relativanordnung von optisch unterscheidbaren Pipettierspitzen (28) mit der vorbestimmten Relativanordnung besteht.
6. Pipettiervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinrichtung dazu ausgebildet ist, zu erkennen, ob ein am Bereitstellungsort bereitgestellter Pipettierspitzenträger (26) gegen einen anderen Pipettierspitzenträger (26) ausgetauscht wurde.

7. Pipettiervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Pipettierspitzenträger (26) aufgenommenen wenigstens zwei sich optisch unterscheidenden Arten (34, 36) von Pipettierspitzen (28) funktionsgleich sind und sich lediglich optisch voneinander unterscheiden.
8. Pipettierspitzenträger (26) mit einer Mehrzahl von darin aufgenommenen Pipettierspitzen (28) für eine Pipettiervorrichtung nach Patentanspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Pipettierspitzenträger (26) aufgenommenen Pipettierspitzen (28) wenigstens zwei funktionsgleiche und sich lediglich optisch unterscheidende Arten (34, 36) von Pipettierspitzen (28) aufweisen, wobei sich die wenigstens eine Pipettierspitze (28) einer Art (34) von der wenigstens einen Pipettierspitze (28) einer anderen Art (36) aufgrund von wenigstens abschnittsweise aufgetragener Farbe oder/und aufgrund von wenigstens abschnittsweise ausgebildeter optisch wirksamer Oberflächentextur unterscheidet.
9. Pipettierspitzenträger (26) mit der Mehrzahl von darin aufgenommenen Pipettierspitzen (28) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass sich jede der Pipettierspitzen (28) entlang einer jeweiligen Pipettierspitzenachse P erstrecken, wobei sich die wenigstens eine Pipettierspitze (28) einer Art (34) von der wenigstens einen Pipettierspitze (28) einer anderen Art (36) aufgrund von optisch unterschiedlichen Flächenbereichen (32) unterscheidet, die mit der jeweiligen Pipettierachse P einen Winkel, vorzugsweise einen Winkel von größer als 60° , besonders bevorzugt einen rechten Winkel einschließen.
10. Pipettierspitzenträger (26) mit der Mehrzahl von darin aufgenommenen Pipettierspitzen (28) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass sich die wenigstens eine Pipettierspitze (28) einer Art (34) von der wenigstens einen Pipettierspitze (28) einer anderen Art (36) aufgrund wenigstens eines Abschnitts ihrer in axiale Richtung, bevorzugt von einer Pipettieröffnung wegweisenden Stirnfläche (32), bevorzugt am kopplungsseitigen Längsende (28b), unterscheiden.

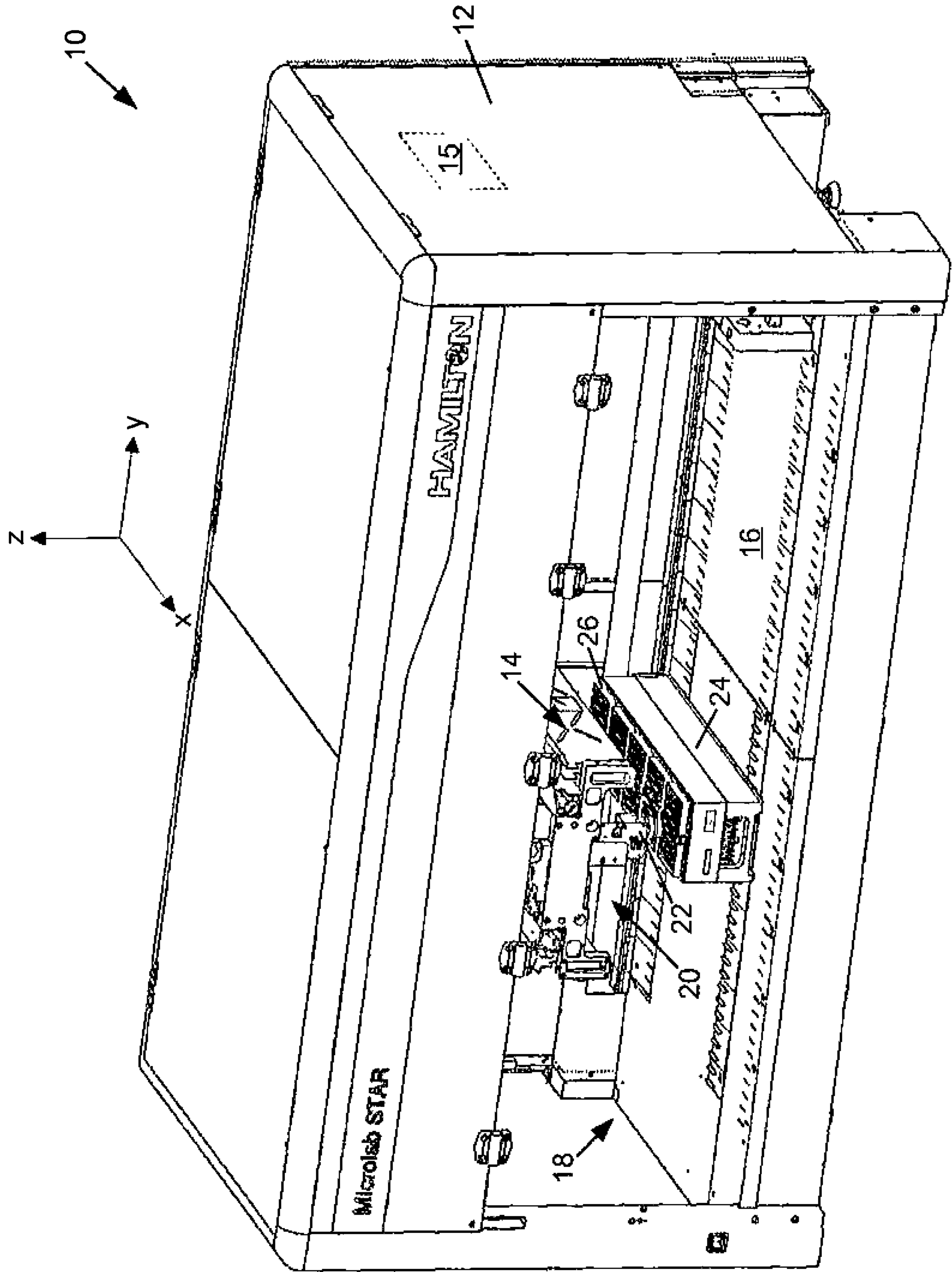


Fig. 1

Fig. 2

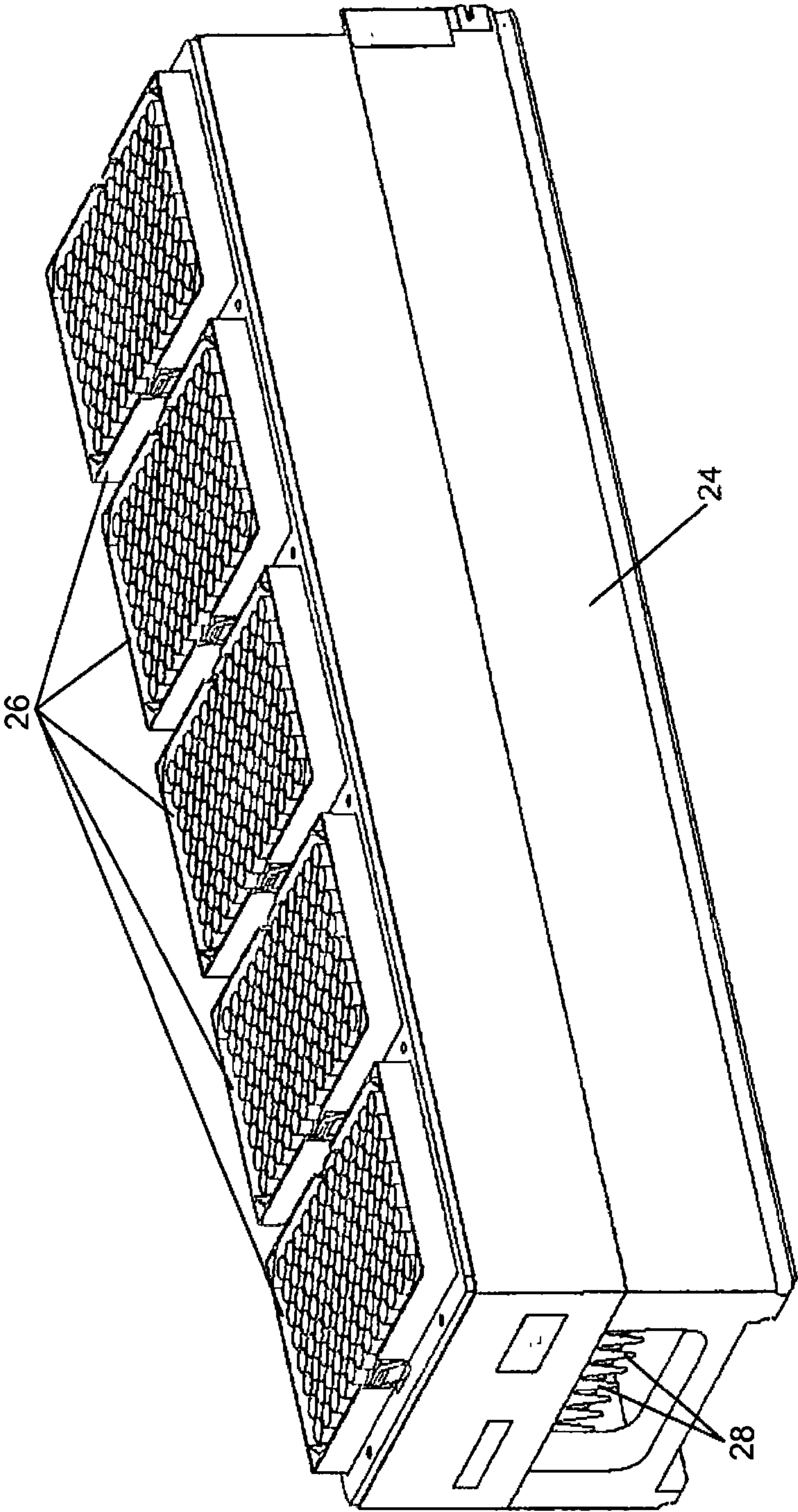
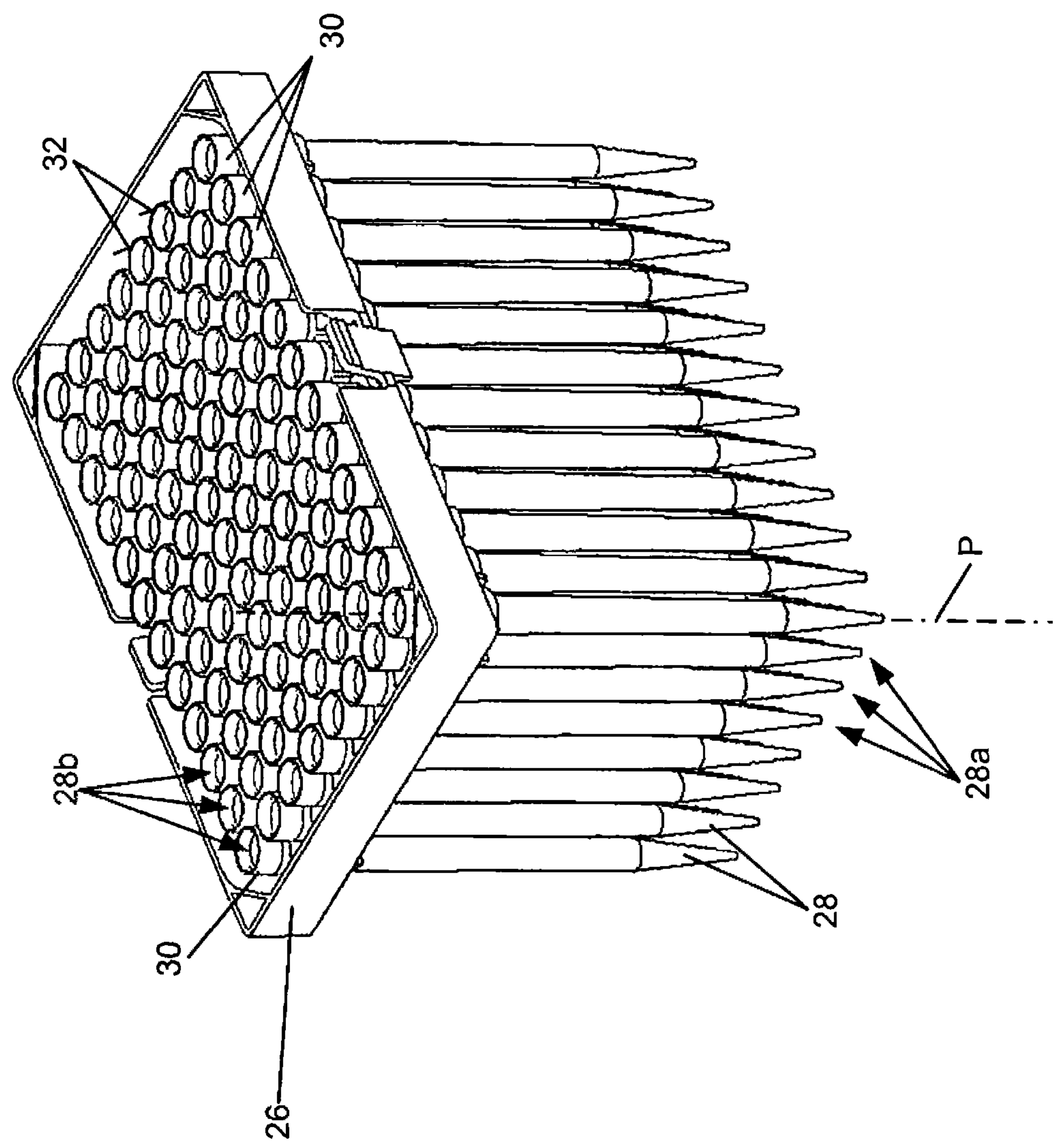


Fig. 3



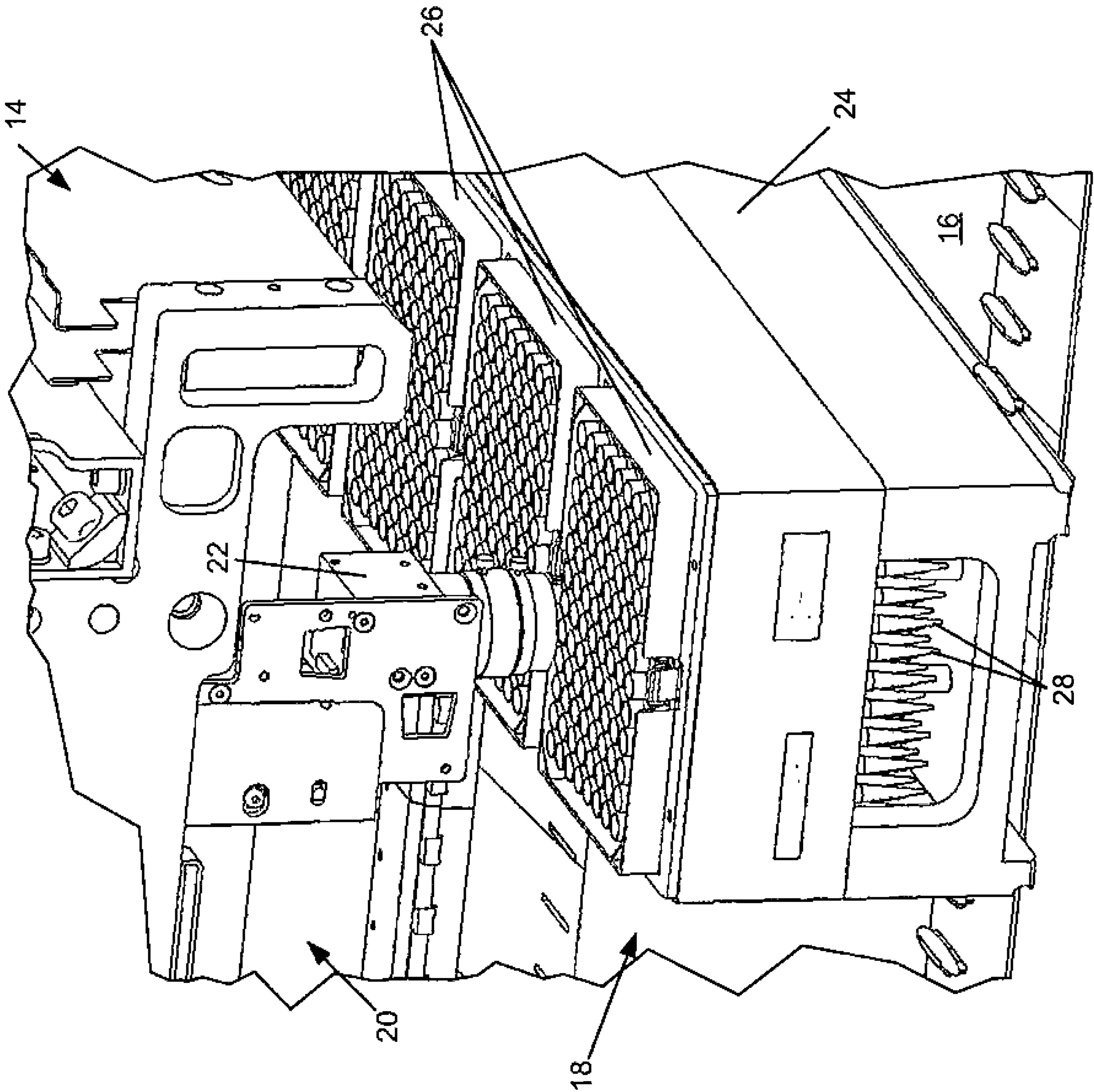


Fig. 4

Fig. 5

