



(10) **DE 10 2018 202 522 A1** 2018.09.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 202 522.3**

(22) Anmeldetag: **20.02.2018**

(43) Offenlegungstag: **27.09.2018**

(51) Int Cl.: **B41J 29/393** (2006.01)

B41J 29/38 (2006.01)

B41J 2/21 (2006.01)

B41J 2/525 (2006.01)

H04N 1/60 (2006.01)

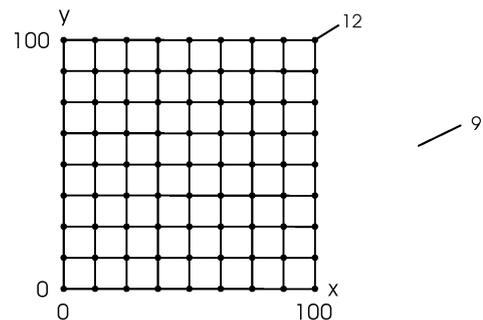
(66) Innere Priorität:
10 2017 204 787.9 **22.03.2017**

(72) Erfinder:
Siegeritz, Helmut, 24119 Kronshagen, DE

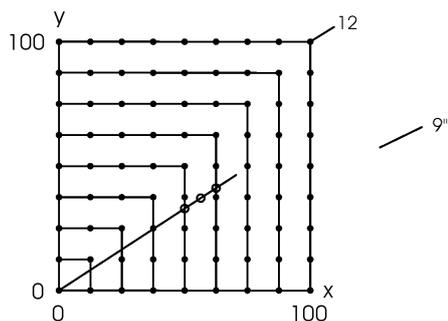
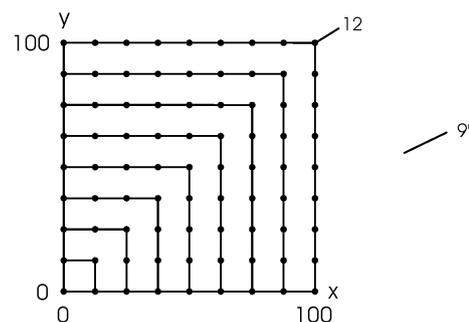
(71) Anmelder:
**Heidelberger Druckmaschinen AG, 69115
Heidelberg, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur optimierten Farbsteuerung in einer Druckmaschine**



(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Durchführung eines Druckprozesses in einer Druckmaschine (3) mit einer rechnergestützten Farbraumtransformation mittels Tabellen in Form n-dimensionaler, orthogonaler Gitter (7, 8), wobei eine für den Druckprozess geeignete Testform (17) gedruckt und farbmetrisch in einem Zielfarbraum vermessen wird, die so erzeugten Messwerte Stützstellen (12) im gemessenen Zielfarbraum entsprechen, zwischen den Stützstellen (12) interpoliert und somit weitere Stützstellen (12) ermittelt werden, und mit den vorhandenen Stützstellen (12) eine ICC-Tabelle (6) zur Farbraumtransformation zwischen dem Zielfarbraum und einem Prozessfarbraum für den Druckprozess erstellt wird, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass durch den Rechner (4) aus den n-dimensionalen, orthogonalen Gittern (7, 8) der ICC-Tabelle (6) im Prozessfarbraum geeignete Kombinationen von n-1-dimensionalen Teilgittern für entsprechende Prozessfarbenkombinationen isoliert werden, diese Teilgitter in eine Folge mindestens zweidimensionaler Segmente (9, 10, 11) überführt werden, die Stützstellen (12) der einzelnen mindestens zweidimensionalen Segmente (9', 10', 11') dann so modifiziert werden, dass nicht benötigte Stützstellen derart entfernt werden, dass die Stützstellen (12) im Teilgitter (9'', 10'', 11'') gleichmäßig verteilt sind, die Teilgitter dann wieder in das n-dimensionale, orthogonale Gitter (7, 8) re-integriert werden und mit der derart reduzierten ICC-Tabelle (6) das Farbmanagement des ...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur optimierten Farbverwaltung zur Durchführung eines Druckprozesses in einer Druckmaschine.

[0002] Die betreffende Erfindung liegt im technischen Gebiet der Farbsteuerung eines Druckprozesses.

[0003] Die Simulation von vielfarbigen Druckprozessen ist vor allem dann wichtig, wenn festgestellt werden soll, ob und mit welcher Genauigkeit vorgegebene Sonderfarben, z.B. Pantone-Farben, mit einem Druckprozess wiedergegeben werden können. Insbesondere bei Inkjet-Druckmaschinen können nicht beliebige Druckfarben eingesetzt werden, sondern nur wenige, speziell dafür geeignete. Deshalb muss man Sonderfarben meist durch geeignete Kombination von Farbanteilen der verfügbaren Druckfarben wiedergeben. Da es normalerweise viele unterschiedliche Kombinationen zur Wiedergabe einer Sonderfarbe gibt, ist die Mehrdeutigkeit durch die Anzahl der Druckfarben, hat man bei einer genauen Prozess-Simulation z.B. hinsichtlich der Farbrezeption die Möglichkeit, gegen Prozess-Schwankungen besonders stabile Kombinationen zu wählen.

[0004] Im allgemeinen Fall wird die Simulation auch verwendet, um einem Anwender schon am Computer-Monitor sichtbar zu machen, welche Einschränkungen aufgrund nicht wiedergebbarer Farben die Reproduktion von für einen anderen Druckprozess, z.B. einem 7-farbigen Offsetdruck erzeugten Bilddaten mit dem aktuell verwendeten Druckprozess mit sich bringen wird.

[0005] Die etablierten ICC-Farbprofile nach ISO 15076 sehen eine einfache Struktur zur Repräsentation der Simulation vor, nämlich im Wesentlichen kubische, bzw. hyperkubische, achsenparallele, orthogonale Gitter mit Stützpunkten, und für die Anwendung auf beliebige Punkte Interpolation zwischen den Stützpunkten.

[0006] Bei bis zu 4 Eingangs-Dimensionen, d.h. Druckfarben-Kanälen wie z.B. CMYK, ist die ICC-Tabellenstruktur gut handhabbar. Beispiel für den Speicherplatz-Bedarf bei einer Transformation CMYK nach Lab mit 16^4 Gitterpunkten und Lab-Ausgangswerten mit 16 bit, entsprechend 2 Byte, pro Lab-Kanal: $16^4 * 3 * 2 = 393216$ Bytes oder 384 kB.

[0007] Beim 7-Farben-Druck entspricht dies $16^7 * 3 * 2 = 1610612736$ Bytes oder 15728664 kB (1536 MB). Da man meist viele Profile für die unterschiedlichen Druckbedingungen, wie Substrate, Druckfarben, Rasterung, Primer/Grundierung, Lackierung usw., auf einem Rechner hat, wird der Speicherplatz-Bedarf schnell unverhältnismäßig. Man

behilft sich damit, dass man die Anzahl der Stützpunkte pro Druckfarben-Kanal stark reduziert, z.B. von 16 auf 7, darunter leidet dann aber die Genauigkeit der Simulation.

[0008] Eine nach der ICC-Spezifikation mögliche unterschiedliche Anzahl Stützpunkte in verschiedenen Dimensionen/Druckfarben löst das Problem nicht, da man insbesondere die Hauptachsen, entsprechend einer Druckfarbe von 0 bis 100%, alle genau repräsentiert haben möchte.

[0009] Eine andere bereits verfügbare, von ICC-Profilen unabhängige Methode verwendet unterschiedlich fein abgestufte Unterräume eines Prozessraumes abhängig vom Anteil einer dominanten Druckfarbe, insbesondere der Druckfarbe Schwarz. So gibt es z.B. in der CMYK-Testform nach ISO 12642-2, auch als IT8.7/4 bezeichnet, bei 100% K ein CMY-Untergitter mit nur 3^3 Stützpunkten, während bei 0% K ein CMY-Untergitter mit 9^3 Stützpunkten vorliegt. Grund dafür ist, dass der empfindungsmäßige Abstand der Punkte eines mit viel Schwarz überdruckten CMY-Gitters kleiner ist als eines mit wenig Schwarz überdruckten. Eine solche von der Testform vorgegebene Struktur lässt sich direkt zur Prozess-Simulation verwenden, wenn man zuerst in den für einen gegebenen K-Wert benachbarten Untergittern interpoliert und dann mit K zwischen den Teil-Ergebnissen. Die Verteilung der Punkte im Prozessraum mit den verschiedenen Ebenen von Schwarz ist in **Fig. 11** dargestellt.

[0010] Diese Methode lässt aber im Ganzen nur die Abspaltung einer Dimension, d.h. Druckfarbe, des Prozesses zu, weil die jeweiligen Untergitter in K verschiedene CMY-Gitterzustände haben. Da z.B. beim 7-Farbedruck unter Verwendung von Schwarz und Blau diese beiden Druckfarben oft ähnlich mit den anderen Druckfarben zusammenwirken, wird nach einer Methode gesucht, die beide in ähnlicher Weise berücksichtigt. Außerdem wäre eine nicht kanalweise entkoppelte Verringerung der Punktzahl hilfreich in der Weise, dass die nähere Umgebung einer Volltonfarbe, wie 100% K, fein und die weitere Umgebung grob abgetastet wird.

[0011] Aus der europäischen Patentanmeldung EP 1 146 726 A1 ist dazu ein Verfahren zum Erzeugen eines Druckmodells für eine Druckmaschine bekannt, welches ein Farbziel verwendet, um das Druckmodell zu erzeugen. Das Druckmodell wird verwendet, um die von der Druckmaschine erzeugten Farbwerte vorherzusagen, wenn für die Farbsteuerung der Druckmaschine spezifische Farbmittelwerte adressiert werden. Das Druckmodell ist durch eine Anzahl von Stützstellen in beiden Farbäumen definiert. Wenn diese von der Druckmaschine gedruckt werden, bilden die Farbpatches, welche der Anzahl von Stützstellen entsprechen, das Farbziel. Das Ver-

fahren reduziert den Satz von Stützstellen durch Entfernen der Stützstellen, für die, innerhalb einer vorgegebenen Toleranz, benachbarte Stützstellen im Farbraum vorhergesagt werden können.

[0012] Nachteilig an diesem Verfahren ist jedoch, dass nicht nur der reine Farbabstand von Stützstellen in einem solchen Druckmodell von Bedeutung ist, sondern auch die absolute Lage der Stützstellen. Auch in diesem Verfahren werden im Endeffekt also wieder nur die reine Anzahl der Stützstellen reduziert. Es ist jedoch nicht nur der empfindungsmäßige Abstand der Stützstellen, bzw. Tabellen-Punkte untereinander ist wichtig, sondern auch ihre Relevanz bei der Anwendung des Druckprozesses. Wenn z.B. bei einem 7-Farbedruck wegen einer begrenzten Trocknungszeit eine Obergrenze des Farbauftrages auf 320 % in der Summe aller Druckfarben-Anteile vorgegeben ist, dann wird ein großer Teil einer ICC-gemäßen Tabelle, die bis zu 700% in der Summe geht, nie verwendet. Zudem ist es nicht sehr sinnvoll, zur Erzeugung einer Farbe Kombinationen von Druckfarben zu verwenden, die sich im Lab-Raum gegenüber liegen, wie z.B. Gelb und Blau oder Cyan und Orange; auch solche Bereiche des Prozessraumes kann man als weniger relevant betrachten. Es sollte also ganz allgemein der Bereich des Prozesses, der für die Nutzung wichtig ist, fein und der nicht oder kaum benutzte Bereich grob abgetastet werden können.

[0013] Möglich und in der Fachliteratur beschrieben sind auch mathematische Modelle mit jeweils angepassten Parametern, z.B. als einfachstes das Neugebauer-Modell oder das Kubelka-Munk-Modell. Diese sind zwar sehr günstig im Speicherplatz-Bedarf, aber meist in der Praxis zu ungenau, da insbesondere der Übereinanderdruck von Halbtönen mit frequenzmodulierten oder stochastischen Rastern lokale Effekte im Prozessraum bewirkt, deren exakte Simulation die Modelle sehr kompliziert machen würde. Viele Modellparameter sind auch nur mit größerem Aufwand an physikalischen Messungen zu ermitteln, wie z.B. die Opazität im Unterschied zur Remission von Farbschichten. Außerdem dauert die Anwendung geeigneter Modelle auf sehr große Bilddateien meist deutlich länger als bei der vergleichsweise einfachen Stützpunkt-Interpolations-Methode.

[0014] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zu finden, welches optimiert und ressourcenschonend Farbraumtransformationen zur Steuerung der Farbverwaltung eines Druckprozesses durchführt.

[0015] Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe stellt ein Verfahren zur Durchführung eines Druckprozesses in einer Druckmaschine mit einer rechnergestützten Farbraumtransformation mittels Tabellen in Form mehrdimensionaler Gitter dar,

wobei für eine Korrektur eine für den Druckprozess geeignete Testform gedruckt und farbmetrisch in einem Zielfarbraum vermessen wird, die so erzeugten Messwerte Stützstellen im gemessenen Zielfarbraum entsprechen, zwischen den Stützstellen interpoliert und somit weitere Stützstellen ermittelt werden und mit den vorhandenen Stützstellen eine ICC-Tabelle zur Farbraumtransformation zwischen dem Zielfarbraum und einem Prozessfarbraum für den Druckprozess erstellt wird, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass durch den Rechner aus den mehrdimensionalen Gittern der ICC-Tabelle im Prozessfarbraum geeignete Kombinationen von n-1-dimensionalen Teilgittern für entsprechende Prozessfarbenkombinationen isoliert werden, diese Teilgitter in eine Folge von mindestens zweidimensionalen Segmenten überführt werden, die Stützstellen der einzelnen, mindestens zweidimensionalen Segmente dann so modifiziert werden, dass nicht benötigte Stützstellen derart entfernt werden, dass die Stützstellen im Teilgitter gleichmäßig verteilt sind, die Teilgitter dann wieder in das mehrdimensionale Gitter reintegriert werden und mit der derart reduzierten ICC-Tabelle das Farbmanagement des Druckprozesses und der Druckprozess durchgeführt werden.

[0016] Kern des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dabei die Reduzierung von redundanten, d. h. für die Farbtransformation nicht zwingend benötigten Stützstellen. Diese machen aufgrund ihrer hohen Anzahl besonders im Mehrfarbedruck mit mehr als vier Farben die Farbtransformation extrem aufwändig und komplex. Ansatzpunkt für das erfindungsgemäße Verfahren ist dabei die Tatsache, dass die Stützstellen, die im Zielfarbraum gemessen und somit erzeugt werden und welche die Eckpunkte des Gitters, das den erreichbaren Zielfarbraum begrenzt bilden, bei einer Farbraumtransformation in den Prozessfarbraum entsprechend verzerrt werden. Dadurch kommt es zu einer großen Ansammlung einzelner Stützstellen im Gitter des Prozessfarbraumes, mit der Folge, dass viele dieser vorhandenen Stützstellen aufgrund der Verzerrung für die Beschreibung des im Prozessfarbraum druckbaren Bereichs überhaupt nicht notwendig sind. Diese redundanten Stützstellen werden daher erfindungsgemäß ausgedünnt. Dies wird erreicht, indem die mehrdimensionalen und orthogonalen Gitter, die sich aus der ICC-Tabelle für den Prozessfarbraum ergeben, in n-1-dimensionale Teilgitter für jeweils alle möglichen Prozessfarbenkombinationen isoliert werden. Das bedeutet diese n-1-dimensionalen Teilgitter werden aus dem ursprünglichen n-dimensionalen, orthogonalen Gitter abgespalten. Im einfachsten Falle eines dreidimensionalen Farbraumes werden aus dem dreidimensionalen Farbraum entsprechend zweidimensionale Teilgitter erzeugt. Man kann sich das wie den Aufbau einer Zwiebel vorstellen, bei der der dreidimensionale Körper der Zwiebel durch einzelne, annähernd zweidimensionale Zwiebelschalen entsprechend schalenförmig

aufgebaut ist. In diesen Teilgittern findet dann das Entfernen von redundanten Stützstellen statt. Stützstellen können dabei nicht nur entfernt, sondern auch geeignet verschoben werden, so dass die endgültige Menge der Stützstellen nicht eine Untermenge der ursprünglichen Menge sein muss. Dabei ist das Ziel eine mögliche Gleichverteilung der Stützstellen im entsprechenden n-1-dimensionalen Teilgitter. Wurde dies erreicht, werden die n-1-dimensionalen Teilgitter wieder zum normalen n-dimensionalen Gitter zusammengefügt und mit der daraus resultierenden, reduzierten ICC-Tabelle kann das Farbmanagement des Druckprozesses entsprechend durchgeführt werden.

[0017] Vorteilhafte, daher bevorzugte Weiterbildungen dieser Erfindung ergeben sich aus den zugehörigen Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung und den zugehörigen Zeichnungen.

[0018] Eine bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Druckmaschine ist dabei, dass der Prozessfarbraum der CMYK-Farbraum oder ein den CMYK-Farbraum als Untermenge enthaltender Prozessraum und der gemessene Zielfarbraum der Lab-Farbraum ist. Der Prozessfarbraum ist in der Druckindustrie praktisch immer der CMYK-Farbraum. Dieser kann auch durch zusätzliche Druckfarben wie Orange, Grün oder Violett erweitert werden. Dieser kann dabei auch zusätzliche Farben enthalten bzw. einzelne Farben von CMYK durch eine Zusatzfarbe austauschen. Der Zielfarbraum ist der Lab-Farbraum, da üblicherweise die Messgeräte, welche das Druckergebnis hinsichtlich der erzielten Farbwerte ausmessen und untersuchen, die Farbwerte im Lab-Farbraum ermitteln.

[0019] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Druckmaschine ist dabei, dass die mindestens zweidimensionalen Segmente im zweidimensionalen Raum L-förmig strukturiert sind und in höher dimensionierten Räumen die L-förmigen Segmente entsprechend den zusätzlichen Dimensionen angepasst werden. Für den Fall eines dreidimensionalen Farbraums und entsprechend zweidimensionaler Segmente sind diese L-förmig strukturiert. Bei entsprechend höherdimensionalen Teilgittern sind die entsprechenden Segmente dann z. B. dreidimensional. Dabei werden die L-förmigen Segmente den höheren Dimensionen entsprechend angepasst. So sind in einem dreidimensionalen Prozessraum die L-förmigen Segmente entsprechend jeweils drei miteinander verbundene, zueinander senkrechte Quadrate.

[0020] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Druckmaschine ist dabei, dass die gleichmäßige Verteilung der Stützstellen durch eine Reduzierung von Stützstellen auf den eindimensionalen Achsen der mindestens zweidimensionalen Segmente erfolgt. Innerhalb der mindestens

zweidimensionalen Segmente wird die gleichmäßige Verteilung der Stützstellen dadurch erreicht, dass auf entsprechend eindimensionalen Achsen innerhalb der zweidimensionalen Segmente entsprechend überzählige, d. h. redundante, Stützstellen entfernt werden. Üblicherweise lässt sich in den mindestens zweidimensionalen Segmenten eindimensionale Achsen identifizieren, an denen die Stützstellen angeordnet sind. Eine entsprechende Gleichverteilung der Stützstellen entlang dieser Achsen macht dementsprechend am meisten Sinn.

[0021] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Druckmaschine ist dabei, dass die gleichmäßige Verteilung der Stützstellen durch eine Reduzierung der Dichte der mindestens zweidimensionalen Segmente im Teilgitter erfolgt. Eine weitere Möglichkeit, eine gleichmäßige Verteilung der Stützstellen sicherzustellen, ist die Dichte der mindestens zweidimensionalen Segmente im entsprechend mehrdimensionalen Teilgitter sicherzustellen. So können z. B., da es um mehrdimensionale Farbräume handelt, die redundanten Stützstellen sich nicht nur entlang eindimensionaler Achsen in den Segmenten des Teilgitters orientieren, sondern auch dadurch zustande kommen, dass zu viele Stützstellen in den einzelnen Ebenen des n-1-mehrdimensionalen Teilgitters entstehen. Zieht man wieder die Analogie einer Zwiebelschale heran, so würde dies bedeuten, dass Stützstellen auf der Zwiebelschale 2 zu nahe an Stützstellen der Zwiebelschale 3 oder 1 gelagert sind. In diesem Fall macht es Sinn, die Dichte der mindestens zweidimensionalen Segmente im n-1-mehrdimensionalen Teilgitter zu reduzieren, indem man einzelne Bereiche der mindestens zweidimensionalen Segmente entfernt.

[0022] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Druckmaschine ist dabei, dass bei mehr als zweidimensionalen Teilgittern die gleichmäßige Verteilung der Stützstellen nicht nur durch eine Reduzierung der Dichte der zweidimensionalen Segmente im selben zweidimensionalen Teilgitter, sondern auch durch eine Reduzierung von mindestens zweidimensionalen Segmenten benachbarter höherdimensionaler Schalen aus anderen Richtungen des Prozessraumes erfolgt. Die Reduzierung der Dichte der mindestens zweidimensionalen Segmente zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Verteilung von Stützstellen kann dabei sowohl durch Entfernen von Bereichen des mindestens zweidimensionalen Segmentes erreicht werden, als auch durch das Entfernen entsprechender Bereiche in benachbarten zweidimensionalen Segmenten.

[0023] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Druckmaschine ist dabei, dass die Anzahl n der Dimensionen in orthogonalen Gittern der ICC-Tabelle abhängig von Anzahl der verwendeten Prozessfarben ist. Die Anzahl der Dimen-

sionen im orthogonalen Gitter im Farbraum, welches von der ICC-Tabelle definiert wird, ist immer abhängig von der Anzahl der verwendeten Prozessfarben. Dies ist darin begründet, dass für das erfindungsgemäße Verfahren n-1-dimensionale Teilgitter für alle im Prozessfarbraum möglichen Kombinationen von Prozessfarben isoliert werden, wodurch die Anzahl der Dimensionen direkt abhängig von der Anzahl der verwendeten Prozessfarben ist.

[0024] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Druckmaschine ist dabei, dass mit einer erfindungsgemäß reduzierten ICC-Tabelle in einem weiteren Verfahrensschritt eine reduzierte Testform erzeugt wird, wobei die reduzierten Stützstellen der ICC-Tabelle reduzierten Farbfeldern der Testform entsprechen. Mit Hilfe der durch das erfindungsgemäße Verfahren reduzierten ICC-Tabelle lässt sich dann in einem weiteren Verfahrensschritt eine entsprechend reduzierte Testform erzeugen. Da entsprechend viele Stützstellen aus der ICC-Tabelle entfernt worden sind, sind damit natürlich auch im Prozessfarbraum entsprechend viele Stützstellen entfernt worden, und da diese Stützstellen im Prozessfarbraum Testfeldern der Testform für das Farbmanagement entsprechen, kann somit eine reduzierte Testform mit entsprechend weniger Testfeldern erzeugt werden. Dies verringert den Aufwand des Verfahrens zur Farbsteuerung bzw. des Farbmanagements des Druckprozesses deutlich, da nun entsprechend weniger Testfelder in der Testform gedruckt und im Rahmen des laufenden Farbmanagements für den aktuell durchgeführten Druckprozess ausgemessen und überwacht werden müssen.

[0025] Die Erfindung als solche sowie konstruktiv und funktionell vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden nachfolgend unter Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen anhand wenigstens eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. In den Zeichnungen sind aneinander entsprechende Elemente mit jeweils denselben Bezugszeichen versehen.

[0026] Die Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Aufbau des verwendeten Druckmaschinensystems,

Fig. 2 ein Beispiel eines mehrdimensionalen Gitters, definiert durch eine ICC-Tabelle im Lab-Farbraum,

Fig. 3 das entsprechende mehrdimensionale Gitter im Prozessfarbraum CMYKOGV,

Fig. 4 ausgewählte n-1-dimensionale Teilgitter entsprechend ausgewählten Prozessfarbkombinationen im Lab-Farbraum,

Fig. 5 ein mindestens zweidimensionales Segment für die Farbkombination von Cyan und Magenta,

Fig. 6a, Fig. 6b ein mindestens zweidimensionales Segment für die Farbkombination von Yellow und Key,

Fig. 7a, Fig. 7b ein mindestens zweidimensionales Segment für die Farbkombination von Green und Key,

Fig. 8 ein Beispiel für ein dreidimensionales Segment,

Fig. 9 eine zwiebelschalenförmige Schachtelung von dreidimensionalen Teilsegmenten,

Fig. 10 eine zweidimensionale Abbildung der zwiebelförmigen Schachtelung und

Fig. 11 eine beispielhafte Verteilung von Stützstellen im Prozessraum mit verschiedenen Ebenen von Key,

Fig. 12 eine schematische Abbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0027] Das erfindungsgemäße Verfahren wird bevorzugt für ein Druckmaschinensystem **2** eingesetzt. Dieses ist in **Fig. 1** schematisch dargestellt. Es besteht neben der Inkjet-Druckmaschine **3** selbst aus einem Steuerungsrechner **4** der Inkjet-Druckmaschine **3**, auf welchem die zu korrigierenden ICC-Profile **6** in einer Datenbank **5** gespeichert sind. Neben dem Steuerungsrechner **4** der Druckmaschine **3** kann auch ein anderer Rechner, mit welchem der Anwender **1** Zugriff auf das Colormanagement des Druckprozesses hat, verwendet werden.

[0028] Das erfindungsgemäße Verfahren in seiner bevorzugten Ausführungsform weist mehrere Anforderungen auf:

[0029] Der Speicherplatz-Bedarf soll deutlich geringer sein als bei den derzeitigen ICC-Profilen **6**. Es soll Information eingespart werden können, wo sie wahrnehmungsangepasst redundant ist. Zudem soll Information eingespart werden können, wo sie für die Prozess-Nutzung nicht relevant ist. Die Anwendung auf Bilddaten soll wenig Rechenzeit erfordern und physikalische Experimente außerhalb des verwendeten Druckprozesses sollen vermieden werden.

[0030] Der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in **Fig. 12** schematisch dargestellt. Die farbmetrischen Eigenschaften eines Druckprozesses werden ermittelt, indem man eine Testform **17**, die aus einer größeren Anzahl von Farbfeldern mit verschiedenen Kombinationen von Farbanteilen der Druckfarben besteht, andruckt und farbmetrisch vermisst. So wie die Anzahl der Punkte für eine Farbtransformations-Tabelle gegenüber ICC-gemäßen Tabellen **6** durch das hier beschriebene Verfahren reduziert wird, so kann auch die Anzahl von Farbfeldern für eine Testform **17** gegenüber einer simplen regelmäßigen Abtastung verringert werden. Da

zu ermittelt man zunächst sehr grob die Prozesseigenschaften in Form von Charakterisierungsdaten **18** mit einer vergleichsweise kleinen regelmäßigen Testform **17** bestehend aus Kombinationen der Werte 0%, 40% und 100%. Das ergibt z.B. bei einem 7-Farben-druck $3^7 = 2187$ Farbfelder, von denen man ggf. einige nicht zulässige Kombinationen mit einer Gesamt-Farbmenge von mehr als 400% weglässt und dafür willkürlich gewählte Messwerte in der Nähe von Schwarz vorgibt, was modifizierten Charakterisierungsdaten **18'** entspricht. Aus einem solchen groben Gitter bestimmt man die Parameter eines einfachen mathematischen Modells **19**, wie z.B. eines modifizierten Neugebauer-Modells, für den ganzen Prozess. Ein damit grob simuliertes regelmäßiges feines Gitter **20** kann mit dem hier beschriebenen Verfahren in eine hinsichtlich der Punktzahl stark reduzierte Version **20'** überführt werden. Die verbleibenden Punkte bilden eine Testform **22** mit einer sinnvollen genaueren Abtastung des Prozesses. Die zugehörigen Farbmesswerte in Lab können dann unmittelbar in eine Speicherplatz-optimierte Datenstruktur **21** entsprechend dem erfindungsgemäßen und im Folgenden näher beschriebenen Verfahren eingetragen werden.

[0031] Es wird angenommen, dass die Farbtransformation von den Druckfarbenanteilen, z.B. C, M, Y, K, R, G, B in Prozentwerten, zu den farbmtrischen Lab-Werten bereits prinzipiell bekannt ist. Diese Information ermittelt man durch Andrucken und farbmtrisches Vermessen einer geeigneten Testform **17** und Interpolation zwischen den gemessenen Punkten.

[0032] Es geht nun darum, diese Information in einer kompakteren Weise zu repräsentieren als durch ein regelmäßiges, mehrdimensionales orthogonales Gitter **20**, wie in den Tabellen herkömmlicher ICC-Profile **6**.

[0033] Dabei wird von eben einem solchen großen regelmäßigen orthogonalen Gitter **20** ausgegangen. Wie sich so ein Gitter im CMY-Prozessraum und im Lab-Raum abbildet, ist beispielhaft in Fig. 2 für Lab **7** und Fig. 3 für CMY **8** anhand der äußeren Hülle eines solchen Gitters **7**, **8** dargestellt. Im Allgemeinen hat der Prozessraum mehr als 3 Dimensionen, so dass das Bild dieses Gitters **7**, **8** im 3-dimensionalen Lab-Raum sich vielfach selbst durchdringt und nur schwer übersichtlich darzustellen ist.

[0034] Das Prinzip des Verfahrens wird zunächst erläutert anhand von nur 2-dimensionalen Prozessen, die mit ihren Farbmesswerten im Lab-Raum jeweils ein verzerrtes quadratisches Gitter **7** erzeugen:

[0035] Fig. 4 zeigt im ersten Bild (4-1) ein Gitter **9** aus Kombinationen von zwei Druckfarben Cyan und Magenta, im zweiten Bild (4-2) ein Gitter **10** aus Kom-

binationen von zwei Druckfarben Gelb und Schwarz und im dritten Bild (4-3) ein Gitter **11** aus Kombinationen von zwei Druckfarben Grün und Schwarz, jeweils im Bereich zwischen 0 bis 100%.

[0036] Das dazu gehörige 2-dimensionale Gitter im Prozessraum mit den allgemeinen Druckfarbenanteilen x und y ist in Fig. 5 im ersten Bild dargestellt.

[0037] Während für den Fall Bild 4-1 das quadratische Gitter **9** eine angemessene Abtastung des Prozesses liefert, ist bei Bild 4-2 das Gitter **10** unten seitlich zusammengedrückt; hier gibt es mehr Punkte als bei einer empfindungsmäßig gleichmäßigen Verteilung erforderlich wären. Im Fall des Gitters **11** von Bild 4-3 dagegen sind die Punkte eher im Bereich von $x=100, y=100$) entlang der Hauptdiagonalen des Prozesses zusammengedrückt.

[0038] Die Punkte des regelmäßigen Gitters **9** aus Fig. 5 im ersten Bild werden in einem ersten Schritt unverändert übernommen, wie im Gitter **9'** in Fig. 5 im zweiten Bild dargestellt, aber dabei als eine Folge von L-förmigen Segmenten betrachtet, etwa so wie die Schichten einer Zwiebel. Das Zentrum, um das alle Segmente sich gruppieren, ist der Punkt (0, 0). Jedes Segment bildet für sich eine eindimensionale Folge von Punkten.

[0039] Üblicherweise behandelt man in einer Anordnung nach Fig. 5 im ersten Bild einen beliebigen Punkt x, y zwischen den Gitterpunkten mit Hilfe des ihn enthaltenden finiten 2-dimensionalen Elementes - hier eines Vierecks. Ein Funktions-Wert oder -Vektor einer Funktion, die für die Gitterpunkte bekannt ist, wird aus denen der 4 Nachbar-Punkte z.B. bilinear interpoliert.

[0040] In einer Anordnung wie in Fig. 5 im zweiten Bild sucht man für einen beliebigen Punkt zunächst die beiden benachbarten zwiebelschalen-förmigen Segmente. Vom Koordinatenursprungs-Punkt aus legt man eine Gerade durch den gegebenen Punkt x, y wie im Gitter **9''** in Fig. 5 im dritten Bild gezeigt. Auf dem inneren und auf dem äußeren Segment interpoliert man für die jeweiligen Schnittpunkte Teil-Ergebnisse jeweils zwischen 2 Punkten des eindimensionalen Segments. Dann wird zwischen den beiden Teil-Ergebnissen noch einmal anhand der Abstände zu beiden Segmenten eindimensional interpoliert. Wenn man in dieser Weise vorgeht, ist es nicht mehr erforderlich, dass alle Punkte der Segmente gemeinsam ein regelmäßiges Gitter bilden. Die verschiedenen Segmente können unterschiedlich fein abgetastet sein; auch können die Punkte eines Segmentes ungleichmäßig verteilt sein.

[0041] In vereinfachter und schematischer Form sind die Fälle der Gitter **10**, **11** von Fig. 4 des zweiten und dritten Bildes aus einer jeweils geeignet ge-

wählten Ansicht des Lab-Raums mit den Koordinaten u und v in **Fig. 6a** im ersten Bild in Gitter **10** und **Fig. 7a** im ersten Bild in Gitter **11** zweidimensional wahrnehmungsangepasst dargestellt. Die dazu gehörenden zwiebelschalenförmigen Anordnungen der Punkte sieht man jeweils in **Fig. 6a** im Gitter **10'** des zweiten Bildes und in **Fig. 7a** im Gitter **11'** des zweiten Bildes. Im Folgenden werden die zwei Segment-Hälften mit konstanter senkrechter Prozesskoordinate x und konstanter waagerechter Prozesskoordinate y getrennt betrachtet.

[0042] Um die Anhäufung von Punkten im oberen Bereich von **Fig. 6a** im zweiten Bild zu vermeiden, werden die waagerecht verlaufenden Segment-Hälften im Prozessraum x,y nicht mehr gleichmäßig mit Punkten belegt wie in **Fig. 5** im zweiten Bild, sondern mit einer größeren Abtastung wie im Gitter **9'''** in **Fig. 6b** im ersten Bild zu sehen. Diese ist so gewählt, dass im zweidimensionalen wahrnehmungsangepassten u,v -Raum eine annähernd gleichmäßige Verteilung der Punkte entsteht, siehe Gitter **10''** in **Fig. 6b**, zweites Bild. Die entsprechenden Punkte im Prozessraum sind dabei im Allgemeinen nicht Teil des zuerst betrachteten regelmäßigen Gitters **7**, sondern andere Punkte der prinzipiell überall bekannten Farbtransformation. Die Auswahl der Punkte in x,y kann insbesondere so erfolgen, dass im wahrnehmungsangepassten Raum ein bestimmter Mindestabstand benachbarter Punkte nicht unterschritten wird. Für jedes Segment muss dann die Anzahl der enthaltenen Punkte und ihre relative Lage auf dem L-förmigen Linienzug gespeichert werden; wegen der freien Wählbarkeit der Positionen auf dem Linienzug kann man sich dabei z.B. auf 8-bit-Zahlen für eine exakte Repräsentation beschränken.

[0043] Bei dem anderen typischen Fall einer Anhäufung von Punkten nach **Fig. 7a**, zweites Bild in Gitter **11'**, bietet nicht die Verteilung der Punkte auf den Segmenten, sondern die Dichte der Segmente eine Möglichkeit zur Einsparung von Speicherplatz. Entsprechend ist in **Fig. 7b** im ersten Bild in Gitter **9''''** im Prozessraum und in **Fig. 7b** im zweiten Bild in Gitter **11''** in einem wahrnehmungsangepassten Raum eine Anordnung gezeigt, bei der einzelne Segmente sich nicht über den gesamten Linienzug erstrecken, sondern von den Achsen ausgehend nur ein Stück weit in den Raum hinein. Hierzu werden beide Hälften jedes Segments für sich repräsentiert. Bei der Interpolation eines Funktionswertes für einen Punkt zwischen den Segmenten sucht man dann jeweils die nächsten benachbarten Segmente, die den fraglichen Bereich abdecken und interpoliert zwischen diesen anhand der entsprechenden Abstände.

[0044] In einem 3-dimensionalen Prozessraum entsprechen den L-förmigen Segmenten jeweils 3 miteinander verbundene, zueinander senkrechte Quadrate, so wie in **Fig. 8** für die äußeren Deckflächen

eines Würfels **13** gezeigt, wo immer mindestens eine der 3 Prozessfarben 100% hat. In **Fig. 9** ist eine zwiebelschalen-förmige Schachtelung **14** solcher Strukturen gezeigt, mit der man den ganzen Prozessraum abdecken kann. Jeder quadratische Teil einer Schale kann selbst wieder so repräsentiert werden wie ein 2-dimensionaler Prozessraum **15**; dies ist in **Fig. 10** dargestellt.

[0045] In entsprechender Weise lassen sich auch höherdimensionale Prozessräume aus Strukturen zusammensetzen, die jeweils eine Dimension weniger haben. Die Aussparung von inneren Bereichen 2-dimensionaler Segmente, die anhand des Übergangs von **Fig. 7a**, zweites Bild zu **Fig. 7b**, zweites Bild dargestellt wurde, wird dann nicht mehr nur durch einen geringen Abstand der Segmente im jeweiligen 2-dimensionalen Unterraum, sondern auch durch einen geringen Abstand in anderen Richtungen des Prozessraumes zu den dort benachbarten höherdimensionalen Schalen gesteuert. Zusätzlich kann man die unterschiedliche Relevanz verschiedener Bereiche des Prozessraumes durch unterschiedliche Schwellen für die Abstände zwischen Punkten bzw. Schalen berücksichtigen. Dies führt zu einer weiteren Verminderung des benötigten Speicherplatzes.

[0046] Der Rechenaufwand zur Auswahl geeigneter Prozess-Punkte, bzw. Stützstellen **12** auf den schalenförmigen Strukturen fällt nur bei der Erzeugung der Datenstrukturen **21** an; für die Anwendung der Tabellen auf einen gegebenen Punkt im Prozessraum müssen nur in jeder Dimension sukzessive die dort signifikanten Nachbar-Schalen gesucht und in diesen interpoliert werden.

[0047] Die bereits erwähnte Verteilung der Punkte im Prozessraum mit den verschiedenen Ebenen von Schwarz **16** als Alternative zur Verwendung von ICC-Profilen **6** wird in **Fig. 11** dargestellt.

Bezugszeichenliste

1	Anwender
2	Druckmaschinensystem
3	Druckmaschine
4	Steuerungsrechner
5	Datenbank
6	ICC-Tabelle/-Profil
7	mehrdimensionales Gitter im Lab-Farbraum
8	mehrdimensionales Gitter im Prozessfarbraum CMY-KOGV

9, 9', 9", 9''' ,9''''	mindestens zweidimensionales Segment für die Farbkombination C + M in verschiedenen Stadien der Datenreduktion	22	mensionaler Gitterstruktur datenreduzierte Testform
10, 10', 10"	mindestens zweidimensionales Segment für die Farbkombination Y + K in verschiedenen Stadien der Datenreduktion		
11, 11', 11"	mindestens zweidimensionales Segment für die Farbkombination von G + K in verschiedenen Stadien der Datenreduktion		
12	Stützstelle / Prozesspunkt		
13	dreidimensionales Segment aus zusammengesetzten zweidimensionalen Segmenten		
14	zwiebelschalenförmige Schachtelung von dreidimensionalen Teilsegmenten		
15	zweidimensionale Abbildung der zwiebelförmigen Schachtelung		
16	Verteilung von Stützstellen im Prozessraum mit verschiedenen Ebenen von Key		
17	Testform		
18, 18'	Charakterisierungsdaten original und modifiziert		
19	Modell		
20, 20'	in mehrdimensionale Gitterstruktur überführtes Modell, original und datenreduziert		
21	Datenstruktur mit reduzierter mehrdi-		

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1146726 A1 [0011]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung eines Druckprozesses in einer Druckmaschine (3) mit einer rechnergestützten Farbraumtransformation mittels Tabellen in Form n-dimensionaler, orthogonaler Gitter (7, 8), wobei eine für den Druckprozess geeignete Testform (17) gedruckt und farbmetrisch in einem Zielfarbraum vermessen wird, die so erzeugten Messwerte Stützstellen (12) im gemessenen Zielfarbraum entsprechen, zwischen den Stützstellen (12) interpoliert und somit weitere Stützstellen (12) ermittelt werden, und mit den vorhandenen Stützstellen (12) eine ICC-Tabelle (6) zur Farbraumtransformation zwischen dem Zielfarbraum und einem Prozessfarbraum für den Druckprozess erstellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch den Rechner (4) aus den n-dimensionalen, orthogonalen Gittern (7, 8) der ICC-Tabelle (6) im Prozessfarbraum geeignete Kombinationen von n-1-dimensionalen Teilgittern für entsprechende Prozessfarbkombinationen isoliert werden, diese Teilgitter in eine Folge mindestens zweidimensionaler Segmente (9, 10, 11) überführt werden, die Stützstellen (12) der einzelnen mindestens zweidimensionalen Segmente (9', 10', 11') dann so modifiziert werden, dass nicht benötigte Stützstellen derart entfernt werden, dass die Stützstellen (12) im Teilgitter (9", 10", 11") gleichmäßig verteilt sind, die Teilgitter dann wieder in das n-dimensionale, orthogonale Gitter (7, 8) re-integriert werden und mit der derart reduzierten ICC-Tabelle (6) das Farbmanagement des Druckprozesses und der Druckprozess durchgeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prozessfarbraum der CMYK-Farbraum oder ein den CMYK-Farbraum als Untermenge enthaltender Prozessraum und der gemessene Zielfarbraum der Lab-Farbraum ist.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens zweidimensionalen Segmente (9', 10', 11') im zweidimensionalen Raum L-förmig strukturiert sind und in höher dimensionierten Räumen die L-förmigen Segmente entsprechend den zusätzlichen Dimensionen angepasst werden.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gleichmäßige Verteilung der Stützstellen (12) durch eine Reduzierung von Stützstellen auf den eindimensionalen Achsen der mindestens zweidimensionalen Segmente (9", 10") erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gleichmäßige Verteilung der Stützstellen durch eine Reduzierung der Dichte der mindestens zweidimensionalen Segmente (9"', 11") im Teilgitter erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei mehr als zweidimensionalen Teilgittern die gleichmäßige Verteilung der Stützstellen (12) nicht nur durch eine Reduzierung der Dichte der zweidimensionalen Segmente (9, 10, 11) im selben zweidimensionalen Teilgitter, sondern auch durch eine Reduzierung von mindestens zweidimensionalen Segmenten benachbarter höherdimensionaler Schalen aus anderen Richtungen des Prozessraumes erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl n der Dimensionen in n-dimensionalen, orthogonalen Gittern der ICC-Tabelle (6) abhängig von Anzahl der verwendeten Prozessfarben ist.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit einer erfindungsgemäß reduzierten ICC-Tabelle (6) in einem weiteren Verfahrensschritt eine reduzierte Testform (22) erzeugt wird, wobei die reduzierten Stützstellen (12) der ICC-Tabelle (6) reduzierten Farbfeldern der Testform (22) entsprechen.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

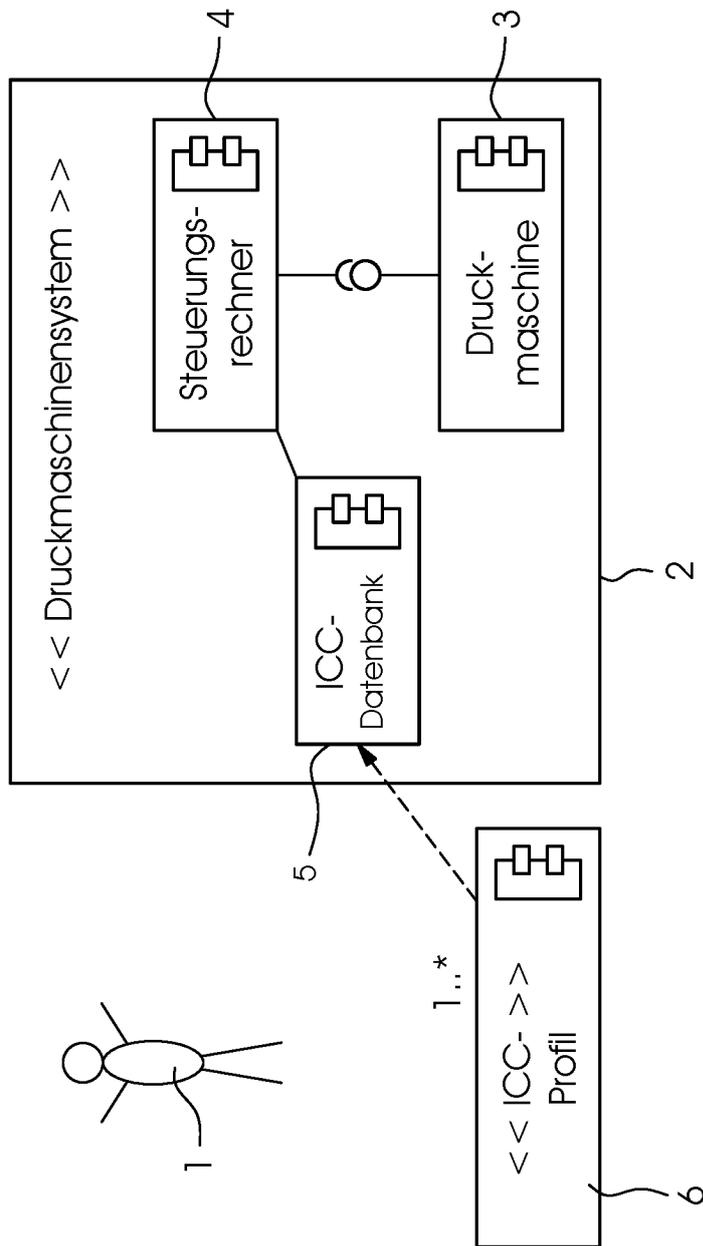


Fig.1

Fig.2

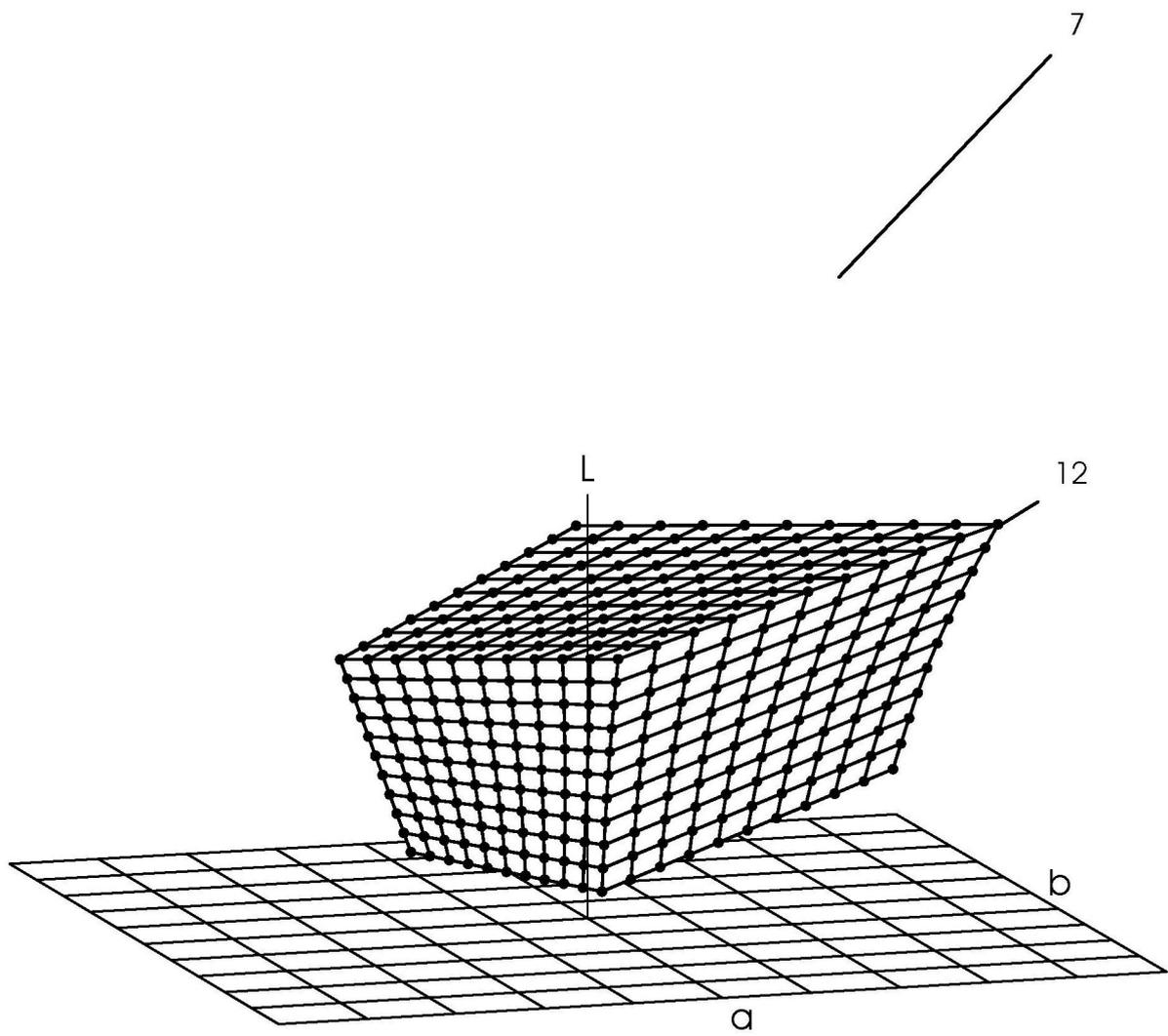
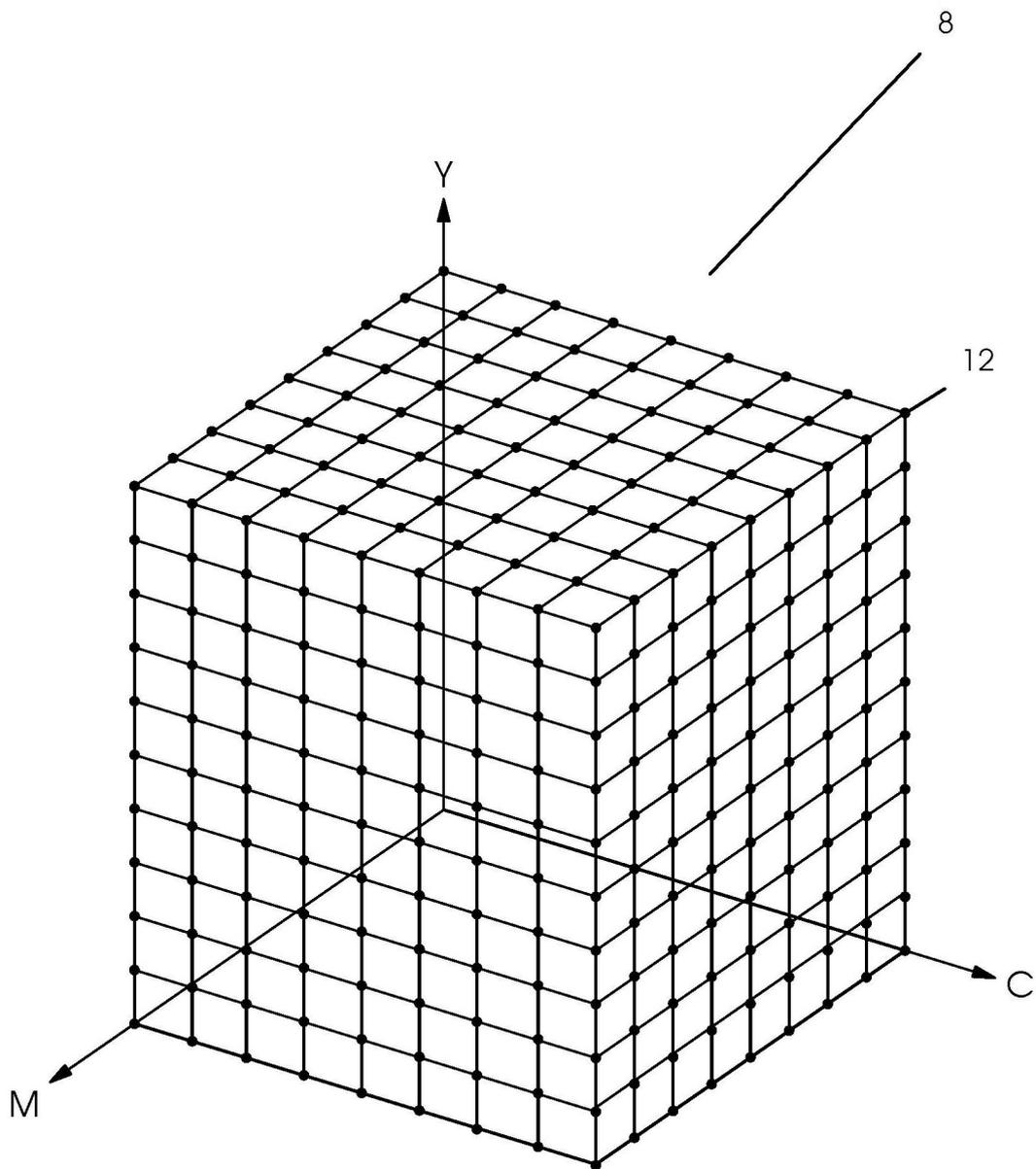


Fig.3



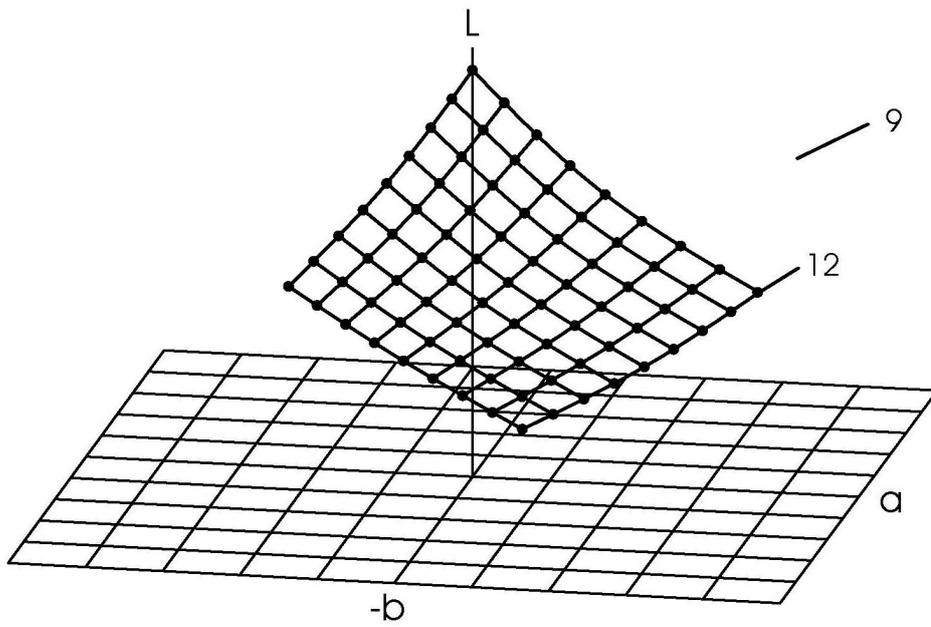


Fig.4

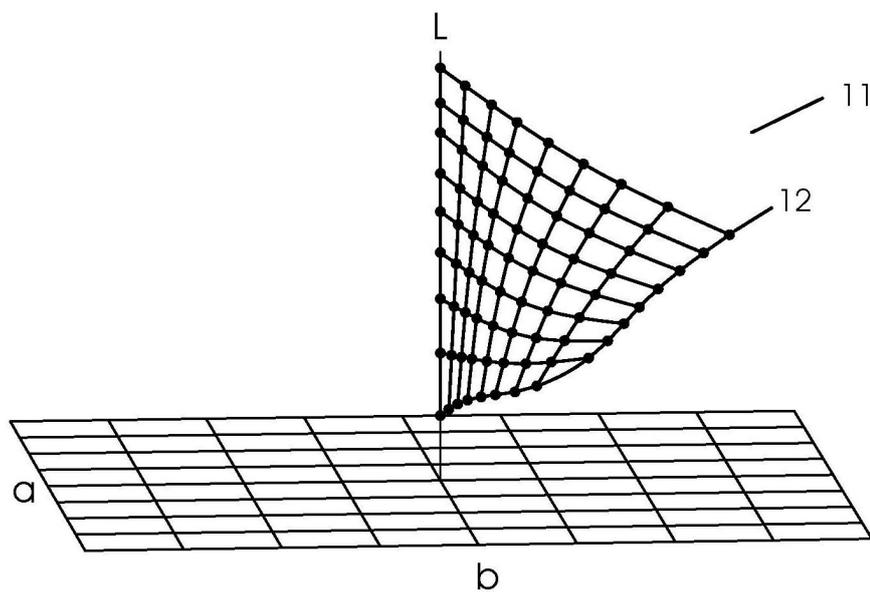
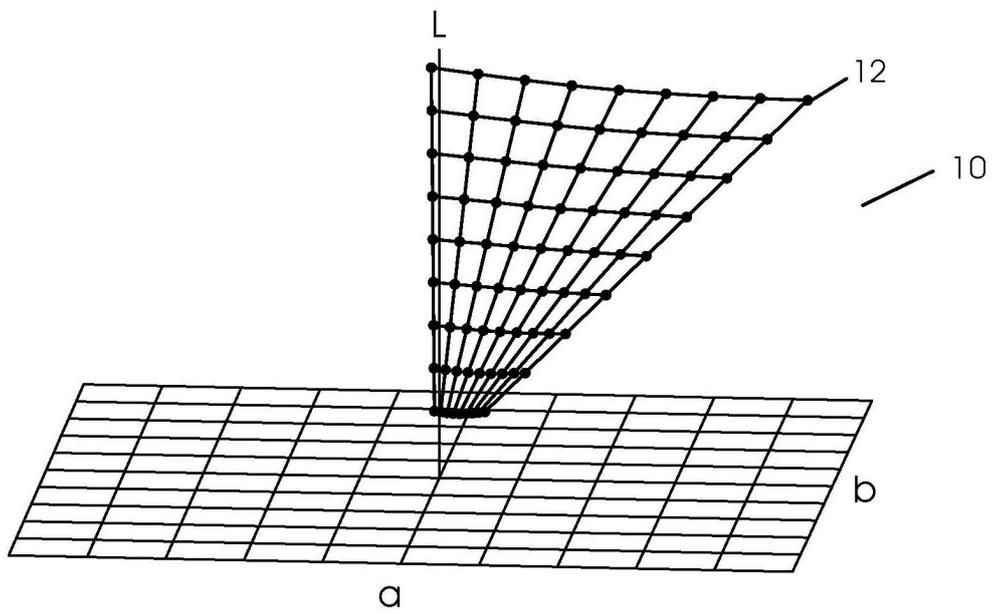
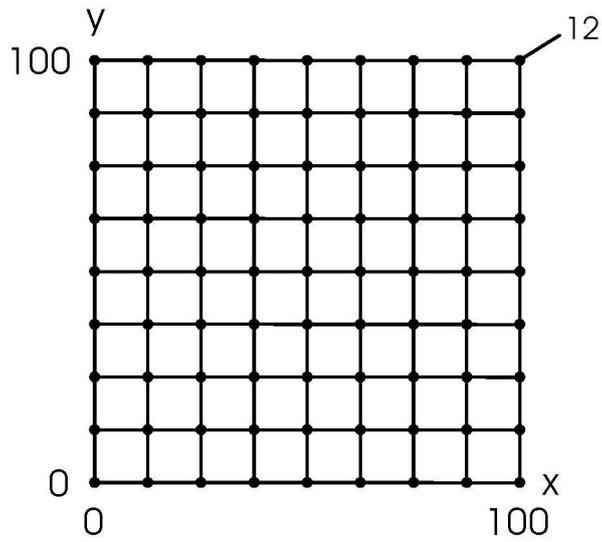
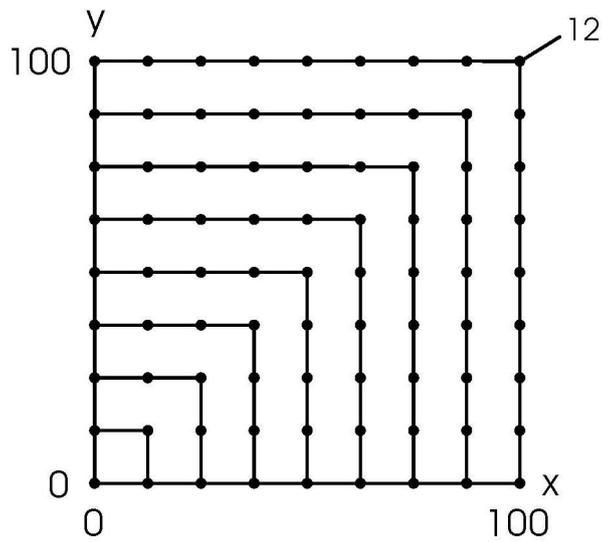


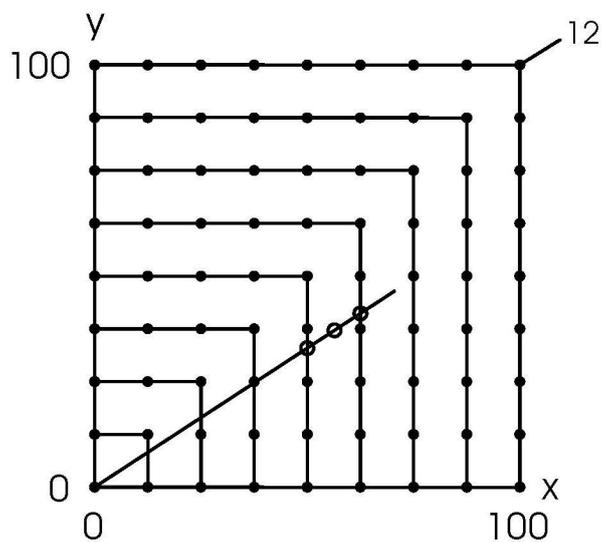
Fig.5



9



9'



9''

Fig.6a

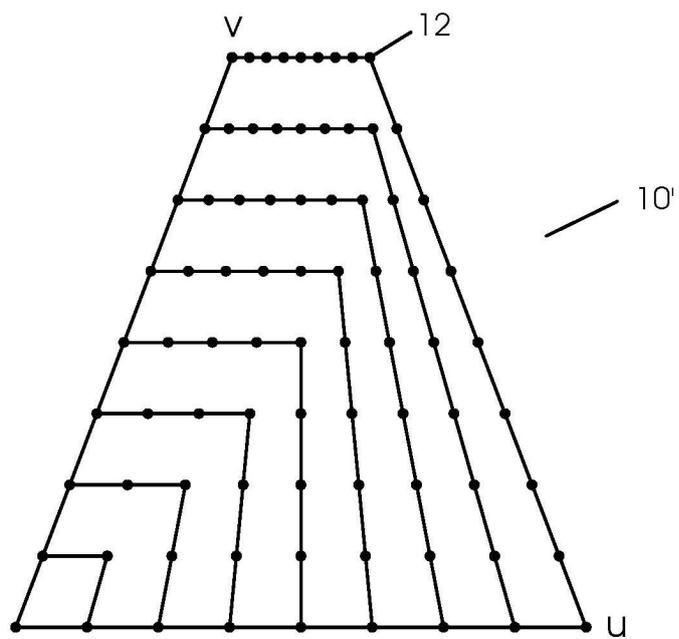
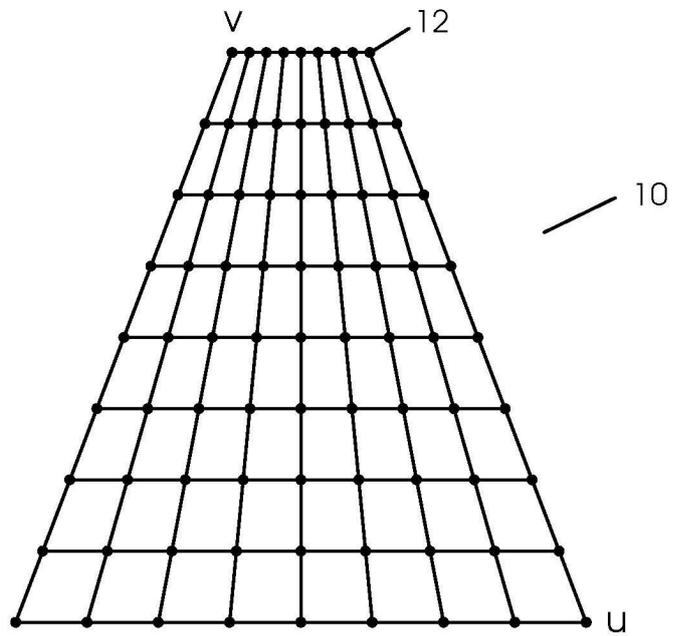


Fig.6b

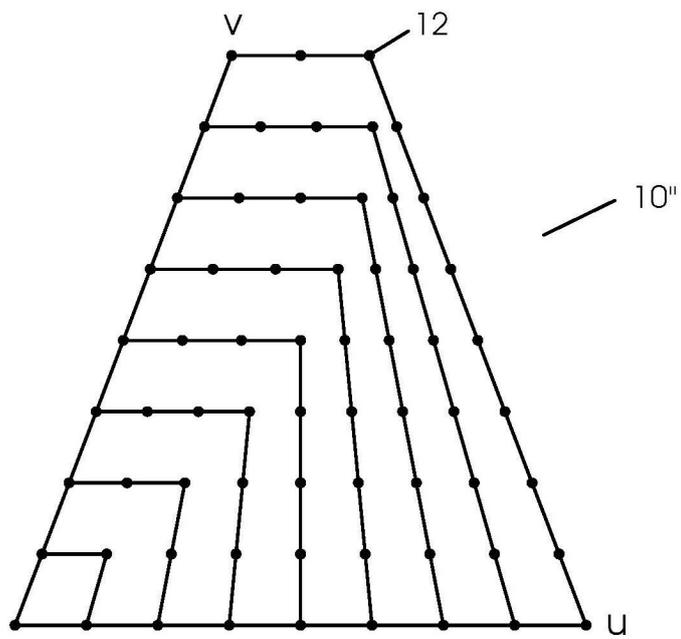
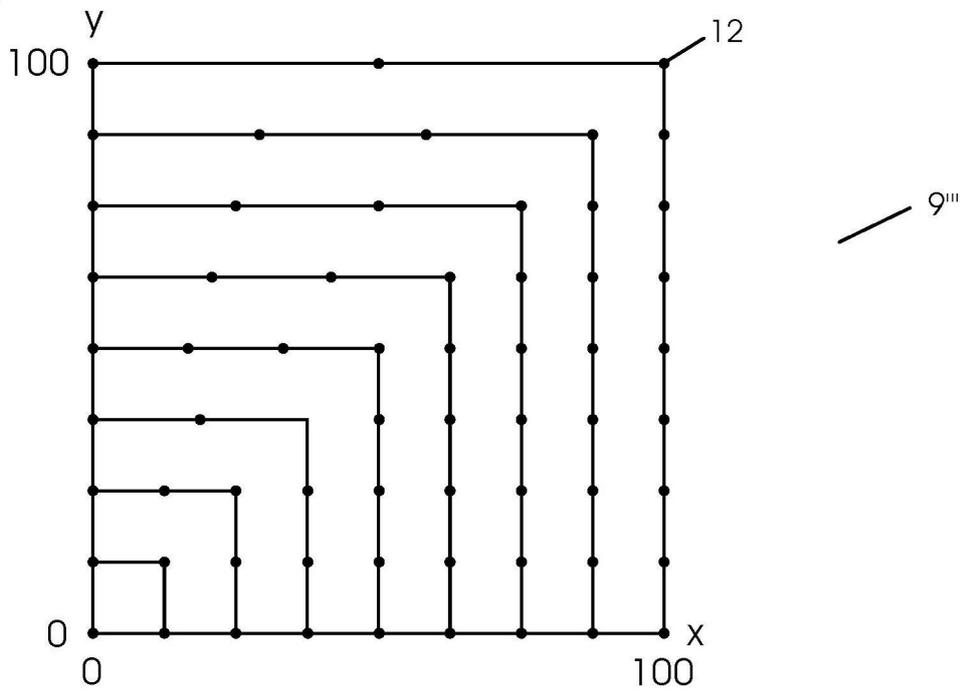


Fig.7a

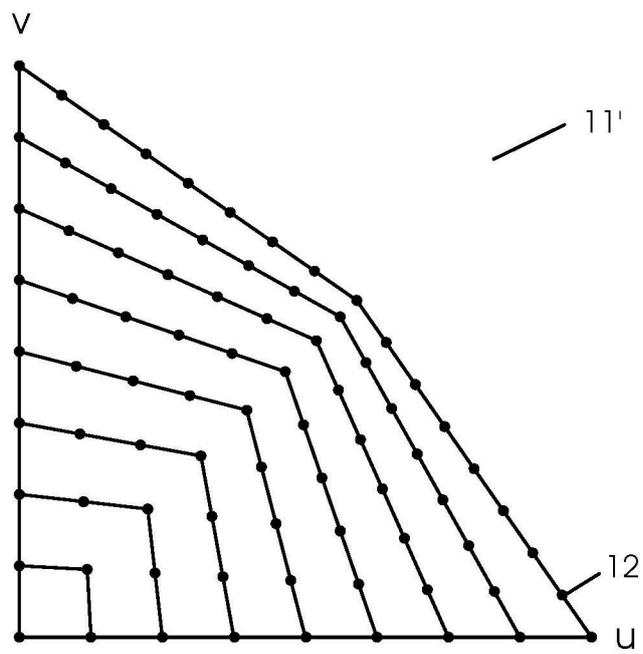
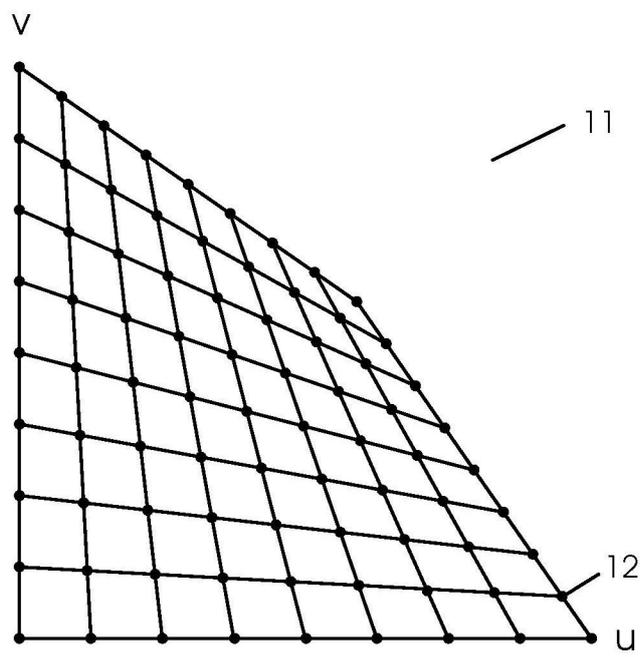
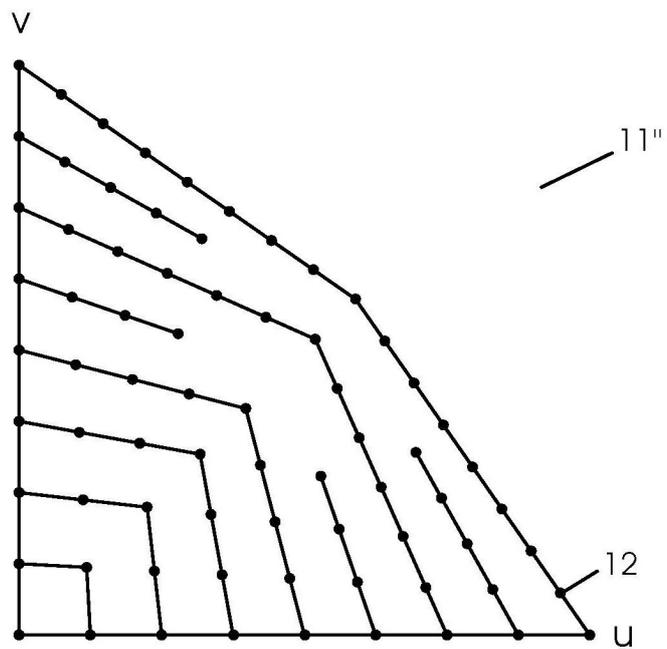
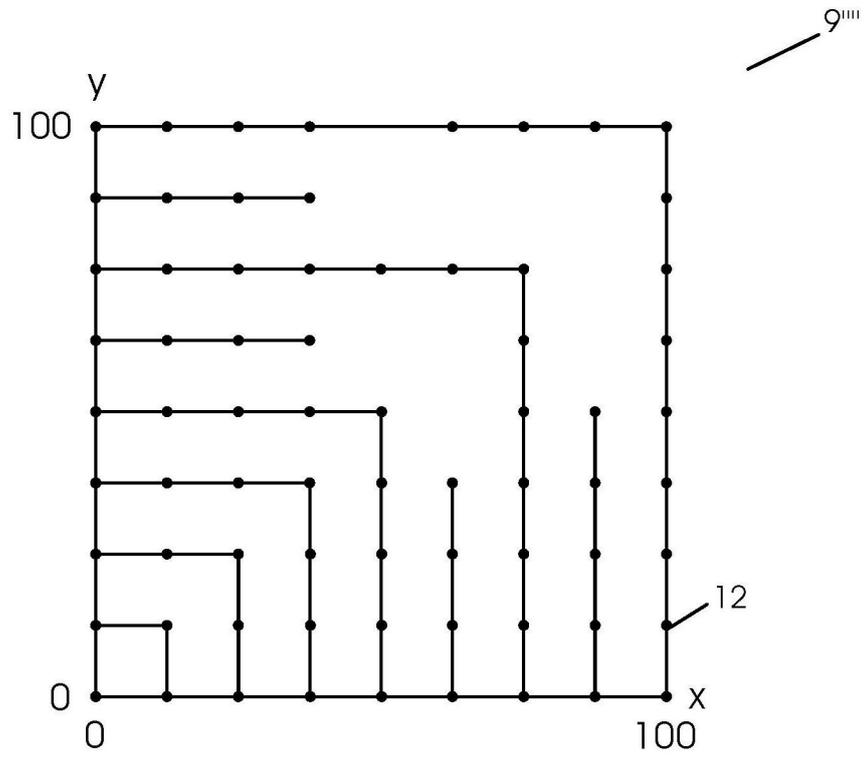


Fig.7b



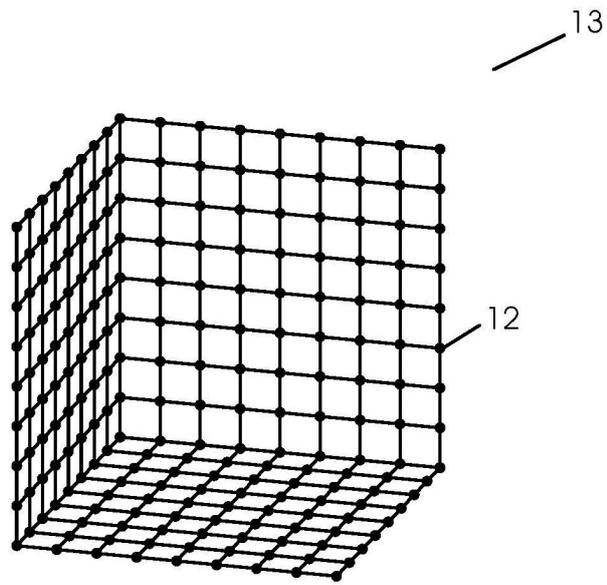


Fig.8

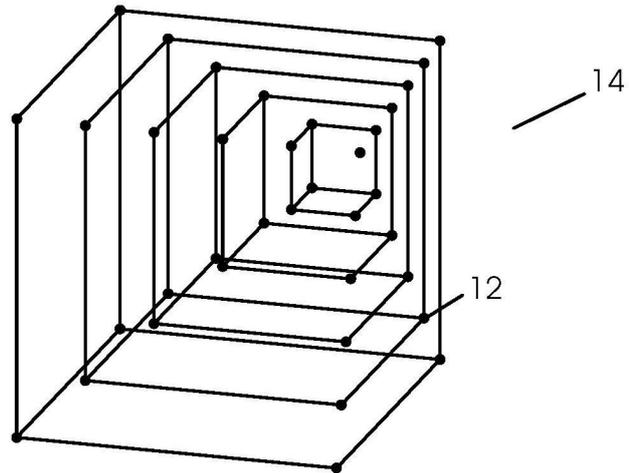


Fig.9

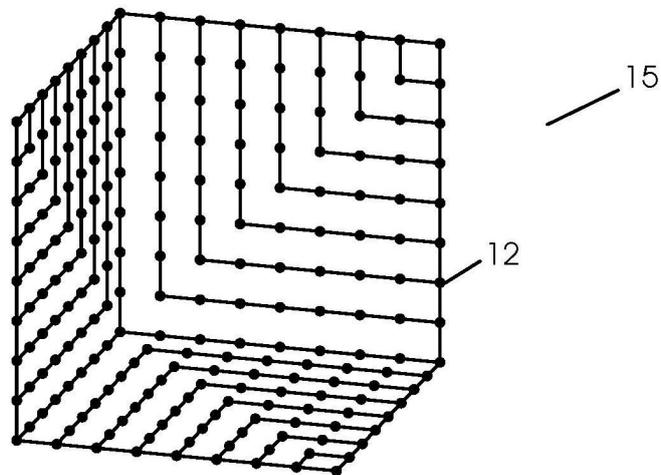


Fig.10

Fig.11

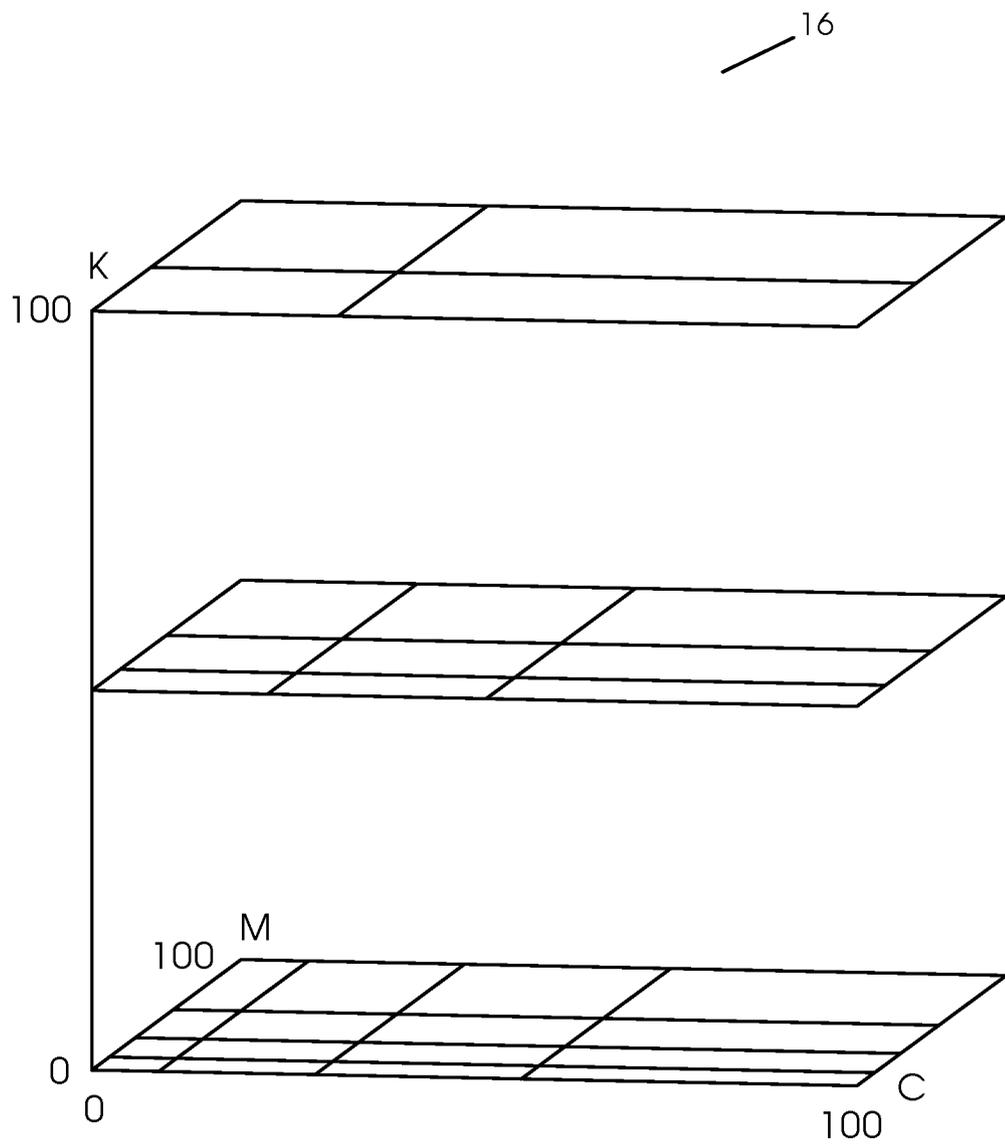


Fig.12

