

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の工具 (12 a、12 b、12 c) を駆動可能な工作機械 (23) を制御するための制御装置であって、この制御装置 (18) が、
 工具 (12 a、12 b、12 c) にそれぞれ割り当てられて各工具 (12 a、12 b、12 c) に特有な 1 つの移動限界値 (v_{amax} 、 v_{bmax} 、 v_{cmax}) または工具 (12 a、12 b、12 c) にそれぞれ割り当てられて各工具 (12 a、12 b、12 c) に特有な複数の移動限界値 (v_{amax} 、 a_{amax} 、 v_{bmax} 、 a_{bmax} 、 v_{cmax} 、 a_{cmax}) を記憶するための 1 つの記憶装置 (3) と、
 1 つの工具 (12 a) の移動を制御するための複数の目標値 (v_{soll}) を発生するための 1 つの目標値発生ユニット (1) と、
 1 つの制限ユニット (2) とを有し、

その都度駆動される工具 (12 a) に割り当てられた特有な 1 つの移動限界値またはその都度駆動される工具 (12 a) に割り当てられた特有な複数の移動限界値に基づいて目標値 (v_{soll}) を制限ユニット (2) によって制限して、工具 (12 a) の移動時に 1 つまたは複数の移動限界値を上まわることのないようにすることによって、制限ユニット (2) によって制限された目標値 (v_{sollb}) が確定されるようになされた制御装置。

【請求項 2】

制御装置 (18) がさらに、
 複数の制限された目標値 (v_{sollb}) と他の目標値 (v_{sollw}) とから複数の変更された目標値 (v_{sollv}) を確定するための目標値確定ユニット (1) と、
 これらの変更された目標値 (v_{sollv}) が、および / または目標値から導き出された比較値が、その都度駆動される工具 (12 a) に割り当てられた特有な 1 つの移動限界値またはその都度駆動される工具に割り当てられた特有な複数の移動限界値を上まわったか否かを監視し、移動限界値を上まわると警報信号 (A) を出力する監視ユニット (8) とを有する請求項 1 記載の制御装置。

【請求項 3】

移動限界値を上まわることが監視ユニット (8) によって検出されると、制御装置 (18) が、その都度駆動される工具 (12 a) について減速過程中に 1 つまたは複数の移動限界値を上まわることのないように、その都度駆動される工具 (12 a) の移動の減速を、その都度駆動される工具 (12 a) の停止に至るまで制御するよう、制御装置 (18) が形成されている請求項 2 記載の制御装置。

【請求項 4】

複数の目標値 (v_{soll}) が位置目標値、速度目標値、加速度目標値または加加速度目標値として設けられている請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の制御装置。

【請求項 5】

1 つの移動限界値が速度移動限界値、加速度移動限界値または加加速度移動限界値として設けられ、または複数の移動限界値が速度移動限界値、加速度移動限界値および / または加加速度移動限界値として設けられている請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載の制御装置を備えた工作機械。

【請求項 7】

複数の工具 (12 a、12 b、12 c) を駆動可能な工作機械 (23) を安全に運転するための方法であって、工具 (12 a、12 b、12 c) について、それぞれ割り当てられて各工具 (12 a、12 b、12 c) に特有な 1 つの移動限界値 (v_{amax} 、 v_{bmax} 、 v_{cmax}) または工具 (12 a、12 b、12 c) にそれぞれ割り当てられて各工具 (12 a、12 b、12 c) に特有な複数の移動限界値 (v_{amax} 、 a_{amax} 、 v_{bmax} 、 a_{bmax} 、 v_{cmax} 、 a_{cmax}) が記憶されており、1 つの工具の移動を制御するための複数の目標値 (v_{soll}) が発生され、その都度駆動される工具 (12 a) に割り当てられた特有な 1 つの移動

10

20

30

40

50

限界値またはその都度駆動される工具（12a）に割り当てられた特有な複数の移動限界値に基づいてこれらの目標値（ v_{soll} ）を制限して、工具（12a）の移動時に1つまたは複数の移動限界値を上まわらないようにすることによって、制限された複数の目標値（ v_{sollb} ）が確定される方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、工具を駆動可能な工作機械を制御するための制御装置に関する。

【0002】

本発明はさらに、工具を駆動可能な工作機械を確実に作動させるための方法に関する。

10

【背景技術】

【0003】

市販の工作機械は一般に複数の工具を装着した工具交換器を有し、工作物の加工にその都度不可欠な加工工程にとって不可欠な工具がこの工具交換器によって自動的に交換される。まさに加工工程にとって必要な例えば特定のフライス等の工具は工具交換器によって、回転可能に配置される主軸の工具装着装置に導入される。工具交換工程とそれに続く加工工程は工作機械の制御装置によって制御される。この制御装置は加工工程と当該加工工程用に使われる工具とを部分プログラムに基づいて制御する。例えば、いかなる速度、特にいかなる回転速度で例えばフライス等の工具を回転させるべきであるかが部分プログラムにおいて確定される。

20

【0004】

しかし個々の工具はしばしば大きな質量差と幾何学構造に大きな違いとを有する。例えば大型フライス等の相応に大きな工具は一般に、例えば小型フライスまたは小型ドリル等の小型工具と比べてかなり低い回転速度でのみ回転させることができる。ところで例えば部分プログラムにおいて、例えば不注意の結果として、工具にとって過度に高い回転速度（回転速度は例えば回転数として設けることができる）が確定されたなら、これは工具または機械に重大な損害をもたらすことがあり、または極端な場合人的損害さえもたらすことがある。なぜならば、例えば破壊された工具部分が高速で空間内を飛散して人に衝突することがあるからである。

【0005】

30

しかし部分プログラム内で各工具の回転速度が正しい場合でも、それにもかかわらず工具、工作機械および工作機械によって取り囲まれた人に重大な損害を生じることがある。上で述べた速度移動限界の他にしばしば工具は特定の最大加速度および最大加加速度でのみ加速することが許容される。例えば、相応に設定された回転速度に向けて工具が過度に迅速に加速されると、例えば工具装着装置から工具が外れることがあり、これは前記の重大な損害をもたらすことがある。これは実務において頻繁に現れる。というのも、工具を駆動するモータを制御するための相応する目標値は制御装置によって一般に、所望する目標回転速度が極力迅速に達成されるように形成されるからである。すなわち、モータの最大加速能力に依存して工具は極力迅速に加速される。この処理方式は、質量の乏しい小型工具の場合一般に最適であるが、しかし質量のある大型工具または複雑に構成された大型工具の場合には上記の損害をもたらすことがある。

40

【0006】

市販の工作機械では、付加的測定系を備えた制御外の付加的ハードウェアによって工具の回転数を監視することが知られている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、工作機械の安全な運転を可能とする制御装置および方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

50

【0008】

この課題は、複数の工具を駆動可能な工作機械を制御するための制御装置であって、この制御装置が、

これらの工具にそれぞれ割り当てられて各工具に特有な1つの移動限界値またはこれらの工具にそれぞれ割り当てられて各工具に特有な複数の移動限界値を記憶するための1つの記憶装置と、

工具の移動を制御するための目標値を発生するための1つの目標値発生ユニットと、1つの制限ユニットとを有し、

その都度駆動される工具に割り当てられた特有な1つの移動限界値またはその都度駆動される工具に割り当てられた特有な複数の移動限界値に基づいて目標値をこの制限ユニットによって制限して、工具の移動時に1つまたは複数の移動限界値を上まわることのないようにすることによって、この制限ユニットによって制限された目標値が確定されるようになった制御装置によって解決される。

10

【0009】

この課題はさらに、複数の工具を駆動可能な工作機械を安全に運転するための方法であって、これらの工具について、それぞれ割り当てられて各工具に特有な1つの移動限界値またはこれらの工具にそれぞれ割り当てられて各工具に特有な複数の移動限界値が記憶されており、1つの工具の移動を制御するための目標値が発生され、その都度駆動される工具に割り当てられた特有な1つの移動限界値またはその都度駆動される工具に割り当てられた特有な複数の移動限界値に基づいて目標値を制限して、その工具の移動時に1つまたは複数の移動限界値を上まわらないようにすることによって、制限された目標値が確定される方法によって解決される。

20

【0010】

本発明の有利な諸構成は従属請求項から明らかとなる。

【0011】

制御装置の有利な諸構成は方法の有利な構成と同様に得られ、またその逆も可である。

【0012】

この制御装置がさらに、

複数の制限された目標値と他の目標値とから複数の変更された目標値を確定するための目標値確定ユニットと、

30

これらの変更された目標値が、および/またはこれらの目標値から導き出された比較値が、その都度駆動される工具に割り当てられた特有な1つの移動限界値またはその都度駆動される工具に割り当てられた特有な複数の移動限界値を上まわったか否かを監視し、移動限界値を上まわると警報信号を出力する監視ユニットとを有すると有利であることが分かった。

【0013】

付加的監視ユニットを制御装置に一体化することによって、追加的に変化した目標値の監視も可能となる。

【0014】

またさらに、移動限界値を上まわることが監視ユニットによって検出されると、この制御装置が、その都度駆動される工具について減速過程中に1つまたは複数の移動限界値を上まわることのないように、その都度駆動される工具の移動の減速を、その都度駆動される工具の停止に至るまで制御するように制御装置が形成されていると有利であることが分かった。この措置によって減速過程時にも工作機械の安全な運転が可能となり、それとともに、減速過程により工具、工作機械または人の損傷を生じ得ることは確実に防止される。

40

【0015】

またさらに、複数の目標値が位置目標値、速度目標値、加速度目標値または加加速度目標値として設けられていると有利であることが分かった。複数の目標値を位置目標値、速度目標値、加速度目標値または加加速度目標値として設けることは目標値の通常の構成で

50

ある。

【0016】

さらに、1つの移動限界値を速度移動限界値、加速度移動限界値または加加速度移動限界値として設け、または複数の移動限界値を速度移動限界値、加速度移動限界値および/または加加速度移動限界値として設けると有利であることが分かった。1つの移動限界値を速度移動限界値、加速移動限界値または加加速度移動限界値として設け、または複数の移動限界値を速度移動限界値、加速度移動限界値および/または加加速度移動限界値として設けることは、単数または複数の限界値の通常の構成である。

【0017】

さらに、本発明に係る制御装置を備えた工作機械を構成すると有利である。

10

【0018】

1実施例が図に示してあり、以下で詳しく説明される。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の1実施例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0020】

図には略ブロック図の態様で工作機械23が示してある。この工作機械23は工作機械を制御するための制御装置18と工具交換器14と操作装置21とを有する。工具交換器14は図に示すこの構成の場合工具12b、12c(例えば異なるフライス)を装着している。これらの工具は保持装置13によって工具交換器14内で保持される。制御装置18が出力側で発生する出力目標値信号は等間隔の時間サイクルで発生される出力目標値 v_{soilv} であり、この出力目標値は本実施例では出力速度目標値として設けられている。出力目標値 v_{soilv} は駆動装置9に出力され、工具12aの移動をフィードバック制御するための制御目標値となる。駆動装置9は制御器とモータを駆動するための変換装置とを内部に有し、このモータは本実施例ではスピンドルモータ10として形成されている。所定の出力目標値 v_{soilv} に対応して駆動装置9は工具12aの移動を制御し、すなわち本実施例では工具12aの回転速度を制御する。駆動装置9はこのため結線15を介してスピンドルモータ10と結合されている。スピンドルモータ10は、工具装着装置22を有する主軸11を回転駆動する。本実施例では工具装着装置22内にまさに工具12aがあり、この工具は例えばフライスの態様で設けることができる。工具装着装置22は工具12aを装着するのに役立つ。回転する主軸11の回転速度 v_{ist} 、従って工具12aの回転速度は検出器27を介して測定され、フィードバック制御のために制御実際値として駆動装置9に出力される。

20

30

【0021】

さらに制御装置18が制御ユニット17を有し、この制御ユニットは本実施例ではいわゆるPLC(プログラマブルロジックコントローラ)として形成されている。この制御ユニット17は工具交換器14を制御するための制御信号16を発生する。工具交換器14によって、制御信号16に相応して、工具装着装置22内に装着中の工具は交換することができる。

40

【0022】

主軸11、従って工具12aを直線的に送るために工作機械は複数の駆動装置と駆動装置に相応に付設された複数のモータとを有し、これらのモータは駆動装置9に相応して制御装置18から、主軸11の直線的移動を制御するためのそれぞれに割り当てられた出力目標値を入力値として受け取る。見易くする理由から、また本発明を理解するうえで重要でないので、主軸11を直線的に送るために設けられている駆動装置とモータは図示されていない。

【0023】

制御装置18はさらに、矢印19で示すように制御装置18によって読みとられる部分プログラム20に基づいて工具12aの移動を制御するための目標値を発生するための目

50

標値発生ユニット1を有する。部分プログラム20において各加工工程は命令シーケンスの態様で規定されている。一般に複数の目標値 v_{soll} は、各加工工程が極力迅速に実行されるように確定される。本実施例では速度目標値 v_{soll} の態様で設けられるこれらの目標値は固定時間サイクルで出力される。こうして目標値発生ユニット1は、時間的に等間隔で出力される速度目標値 v_{soll} のシーケンスの態様で設けられる目標値信号を出力する。

【0024】

本発明によれば制御ユニット18は記憶装置3を有し、この記憶装置に工具12a、12b、12cに特有な移動限界値 v_{amax} 、 a_{amax} 、 v_{bmax} 、 a_{bmax} 、 v_{cmax} 、 a_{cmax} が記憶されている。移動限界値は本実施例では速度移動限界値および加速度限界値として設けられている。工具12aは速度移動限界値 v_{amax} 以下で回転させ、加速度移動限界値 a_{amax} 以下で加速することが許容される。同様に、工具12bは速度移動限界値 v_{bmax} 以下で回転させ、加速度移動限界値 a_{bmax} 以下で加速することが許容される。工具12cは速度移動限界値 v_{cmax} 以下で移動させ、加速度移動限界値 a_{cmax} 以下で加速することが許容される。こうして本実施例では各工具について2つの移動限界値が規定されている。しかし一般に工具当り1つの限界値のみ規定することもでき、または例えば最大加加速度移動限界値等の他の限界値を更に規定することもできる。そのことは応用事例と利用される工具とに左右される。こうして記憶装置3には各工具について各工具に特有な移動限界値が記憶されている。個々の移動限界値は各工具に割り当てられたデータセット4a、4b、4cの構成要素である。

【0025】

本発明によれば制御装置18は、その都度駆動される工具に割り当てられた特有な複数の移動限界値に基づいて、制限された目標値 v_{sollb} を確定するための制限ユニット2を有する。制限ユニットによって発生され制限された複数の目標値 v_{sollb} が、および/または制限された目標値 v_{sollb} から導き出された複数の移動値（例えば加速度および/または加加速の態様で設けることのできる時間別に導き出された目標値）が、1つまたは複数の許容された特有な移動限界値を上まわらないように、制限ユニット12は目標値 v_{soll} を制限する。こうして制限ユニット2は複数の移動限界値に応じて適合された複数の制限された目標値 v_{sollb} を発生し、これらの目標値は工具装着装置22内に装着中の工具12aの許容された移動限界値を上まわらない。このため制御ユニット17は制限ユニット2に対して、工具装着装置22内に装着中の工具を信号Wで通知する。装着中の工具に相応して、すなわち本実施例ではこれが工具12aであり、制限ユニット2は工具12aに割り当てられた移動限界値 v_{amax} 、 a_{amax} を記憶装置3から読み取る。そのことが図に矢印6で示してある。制限ユニット2は次に速度目標値 v_{soll} を時間別に導き出すことによって、時間的に導き出された加速度目標値を計算する（微分商を時間別に計算）。

【0026】

引き続き速度目標値 v_{soll} が速度移動限界値 v_{amax} と比較され、加速度目標値 a_{soll} が加速度移動限界値 a_{amax} と比較される。移動限界値のいずれをも上まわらない場合、目標値 v_{soll} はそのまま目標値確定ユニット7に出力される。その場合、制限された目標値 v_{sollb} は目標値 v_{soll} と一致する。しかし速度移動限界値 v_{amax} または加速度移動限界値 a_{amax} を上まわる場合、制限ユニット2は制限された目標値 v_{sollb} を確定する。制限された目標値が、そして制限された目標値 v_{sollb} から時間的に導き出された加速度目標値が、それぞれに割り当てられた移動限界値 v_{amax} 、 a_{amax} を上まわらないように、前記制限された目標値は目標値 v_{soll} に対して制限される。例えば目標値 v_{soll} が速度移動限界値 v_{amax} を上まわると、速度移動限界値 v_{amax} を上まわらない制限された目標値 v_{sollb} のみがなお制限ユニット2から出力される。例えば加速度目標値が最大加加速度移動限界値 a_{amax} を上まわると、時間的に導き出された加速度値が加速度移動限界値 a_{amax} を上まわらない制限された目標値 v_{sollb} が制限ユニット2によって確定される。

【0027】

こうして確定され制限された目標値 v_{sollb} は次に例えば出力目標値として駆動装置9に直接出力することができる。しかし一般に使用者の側から、目標値を駆動装置9に出力

する前に使用者特有に再度目標値を使用者向けに変更したいとの要望も存在する。制御装置 18 はこのために、本実施例では、制限された目標値 v_{sollb} を入力側で読み込む目標値確定ユニット 7 を有する。工作機械の操作装置 21 を介して使用者は、主軸 11、従って工具 12 a の回転速度を例えば手動で変更するために、例えばハンドル車によって他の目標値 v_{sollw} を発生することができる。しかし例えば、使用者が特殊なプログラムによって他の目標値を発生することのできる図示しない使用者ユニットによって他の目標値を発生することもできる。目標値確定ユニット 7 は、制限された目標値 v_{sollb} と他の目標値 v_{sollw} とから、変更された目標値 v_{sollv} を確定する。本発明によれば、変更された目標値 v_{sollv} は入力値として監視ユニット 8 に供給される。本実施例では、変更された目標値 v_{sollv} は変更された速度目標値 v_{sollv} として設けられている。

10

【0028】

監視ユニット 8 はまず、変更された目標値 v_{sollv} から、変更された目標値 v_{sollv} の時間的導関数を計算することによって、変更された加速度目標値を計算する。制御ユニット 17 から監視ユニット 8 は信号 W によって、いずれの工具が工具装着装置 22 に装着中であるのかを伝えられる。本実施例ではこれは既に述べたように工具 12 a である。監視ユニット 8 は記憶装置 3 へのアクセスを有し、記憶装置 3 から、工具装着装置 22 に装着中の各工具について、この工具に割り当てられた特有な移動限界値を読み取る。そのことが矢印 28 で示してある。

【0029】

監視ユニット 8 は次に、変更された速度目標値 v_{sollv} と、本実施例で導き出され変更された加速度目標値 a_{sollv} の態様で設けられ、変更された目標値から導き出された（例えば時間別に導出された）比較値が、その都度駆動中の工具、すなわち工具装着装置 22 に装着中の工具に割り当てられた特有な移動限界値を上まわるか否かを監視する。移動限界値の 1 つを上まわると、監視ユニット 8 から操作装置 21 へと警報信号 A が出力される。すると操作装置 21 で相応する警報が使用者に通報される。

20

【0030】

移動限界値のいずれをも上まわらない場合、変更された目標値 v_{sollv} がそのまま出力目標値 v_{sollv} として監視ユニット 8 から出力される。しかし 1 つの移動限界値を上まわることが検出される場合、警報信号の発生他に、駆動中の工具、すなわち本実施例では工具 12 a の移動減速が行われ、駆動された工具 12 a が停止するに至る。その場合、駆動された工具 12 a、すなわち工具装着装置 22 に装着中の工具の移動減速時に駆動中の工具 12 a の移動限界値を上まわらないように、監視ユニット 8 から出力目標値 v_{sollv} が発生される。本実施例ではこの機能は監視ユニット 8 によって実施される。

30

【0031】

しかしこれは必ずしもそうである必要はない。例えば、監視ユニット 8 が移動限界値の監視と超過のみを行い、移動限界値を上まわる場合警報信号 A を付加的に例えば目標値確定ユニット 7 に送信し、それを受けて目標値確定ユニットが工具 12 a の移動を停止に至るまで減速するための相応に変更された目標値 v_{sollv} を発生するか、または工具の移動限界値を考慮することなく警報信号 A が通報に加えて工具の減速および/または工作機械の停止を引き起こすことも可能である。

40

【0032】

特に、複数の限界値を本発明により考慮して、制動過程は、制動中に現れる負の加速度値の絶対値が相応する加速度限界値を上まわらないように制御される。例えば操作装置 21 の非常停止ボタンを押すときのような例外状況のとき制御装置 18 はこうしてやはり、駆動中の工具の移動限界値を上まわらないように制動過程を制御することができる。

【0033】

ここで付記しておくなら、目標値発生ユニット、制限ユニット、目標値確定ユニットおよび/または監視ユニットは一般に、1 つまたは複数のプロセッサによって実行されるソフトウェアの態様で設けられている。

【0034】

50

ここでさらに付記しておくなら、本実施例では目標値は速度目標値の態様で設けられている。しかし目標値は位置目標値、加速度目標値または加加速度目標値の態様で設けることもできる。

【0035】

ここでさらに付記しておくなら、本発明にとって工作機械は必ずしも工具交換器を有する必要がなく、工具交換は手動で、例えば工作機械の操作員によって行うこともできる。どの工具が工具装着部に装着中で、駆動されるのかをこの制御装置が承知していさえすればよい。

【0036】

例えば工作物を計測するためにしばしばプローブまたはカメラが工具装着装置に装着される。ここで付記しておくなら、本発明ではなかなづくプローブ、カメラも工具と見做される。

10

【0037】

さらに付記しておくなら、工作物の移動は本実施例におけるように必ずしも回転移動の態様で設ける必要はなく、直線移動または直線移動と回転移動との組合せの態様でも設けることができる。

【0038】

ここでさらに付記しておくなら、上で述べたように信号Wを制御ユニット17から制限ユニット2に転送するのでなく、その代わりに制御ユニット17から記憶装置3に転送することも可能である。その場合、記憶装置3内で信号Wによって、工具12aに割り当てられた移動限界値が選択され、制限ユニット2に転送される（矢印6参照）。

20

【符号の説明】

【0039】

1 目標値発生ユニット

2 制限ユニット

3 記憶装置

8 監視ユニット

12 工具

18 制御装置

23 工作機械

30

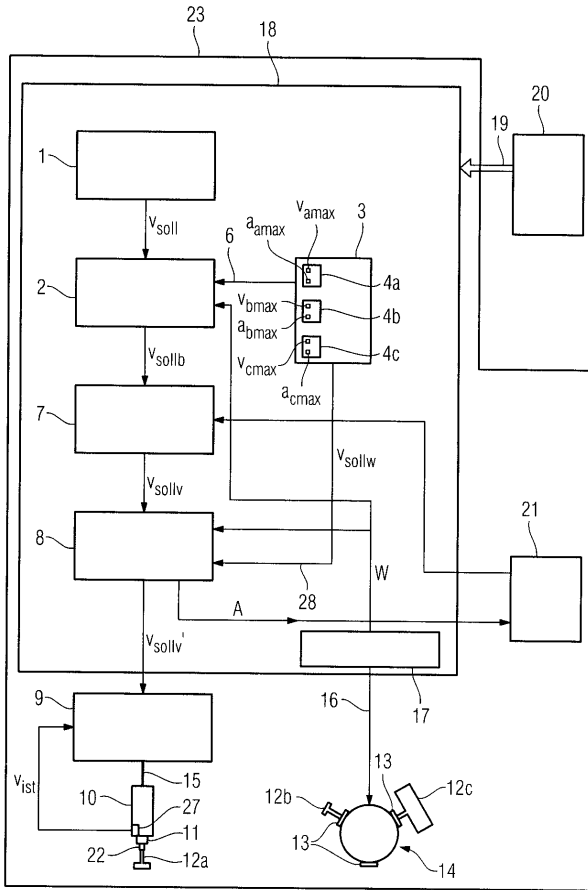
v_{soll} 目標値（速度）

v_{amax} 、 a_{amax} 、 v_{bmax} 、 a_{bmax} 、 v_{cmax} 、 a_{cmax} 移動限界値

v_{sollv} 変更された目標値

$v_{sollv'}$ 出力目標値

【 図 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 ユルゲン ミュラー

ドイツ連邦共和国 7 1 6 4 0 ルートヴィヒスブルク エルンスト カウフマン シュトラーセ
3 0

(72)発明者 アルブレヒト シュペック

ドイツ連邦共和国 0 9 3 3 7 ホーヘンシュタイン/エルンストタール ゲーツヴェーク 7

(72)発明者 トム トルクミット

ドイツ連邦共和国 9 0 7 6 8 フュルト ベートーベンシュトラーセ 2 9

Fターム(参考) 3C269 AB01 AB05 BB11 EF03 GG01 MN04 MN22 MN23 MN24 PP02

PP15