

(19)



(11)

EP 1 920 884 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.05.2008 Patentblatt 2008/20

(51) Int Cl.:
B24B 19/12 (2006.01) B24B 21/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07020675.0**

(22) Anmeldetag: **23.10.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(72) Erfinder:
• **Steinwender, Holger**
42289 Wuppertal (DE)
• **Lupp, Martin Herbert**
45144 Essen (DE)

(30) Priorität: **09.11.2006 DE 102006052829**

(74) Vertreter: **Albrecht, Rainer Harald et al**
Patentanwälte
Andrejewski, Honke & Sozien
Theaterplatz 3
45127 Essen (DE)

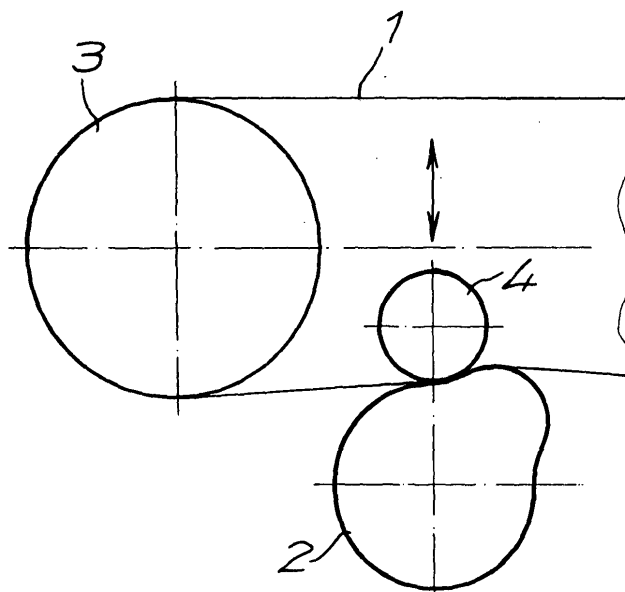
(71) Anmelder: **Thielenhaus Technologies GmbH**
42285 Wuppertal (DE)

(54) **Verfahren zur Bandfinishbearbeitung von Werkstückumfangsflächen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bandfinishbearbeitung von Werkstückumfangsflächen, die konvexe und konkave Flächenabschnitte aufweisen, unter Verwendung eines endlosen und angetriebenen Schleifbandes. Das Schleifband wird mit einem frei ge-

spannten Bandabschnitt an die konvexen Flächenabschnitte eines Werkstückes angelegt. Zur Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte wird das Schleifband mittels einer Rolle gegen die zu bearbeitende Werkstückfläche gedrückt.

Fig.2b



EP 1 920 884 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bandfinishbearbeitung von Werkstückumfangsflächen unter Verwendung eines endlosen und angetriebenen Schleifbandes.

[0002] Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der Druckschrift DE 103 42 135 A1 bekannt. Das zu bearbeitende Werkstück wird von dem Schleifband teilweise umschlungen, so dass das Schleifband am Umfang des Werkstückes flächig anliegt.

[0003] Aus der Druckschrift DE 103 42 139 A1 ist ein Verfahren zur Finishbearbeitung von Umfangsflächen an wellenförmigen Werkstücken bekannt, bei dem ebenfalls ein endloses Schleifband eingesetzt wird. Um eine flexible Werkstückbearbeitung zu ermöglichen, wird der Umschlingungswinkel des Schleifbandes während der Bearbeitung des Werkstückes verändert.

[0004] Die DE 103 42 137 A1 beschreibt ein Verfahren zur Finishbearbeitung von Kurbel- und Nockenwellen mittels eines endlosen Schleifbandes, dem zur Vermeidung einer ungleichmäßigen Abnutzung der Schleifmittelschicht eine Abrichtrolle zugeordnet ist.

[0005] Ein Verfahren zur Finishbearbeitung von nicht-zylindrischen Nockenwellen ist aus der Druckschrift US 2004/0029499 A1 bekannt. Bei dem bekannten Verfahren drücken zwei Stützrollen das Schleifband gegen das rotierende Werkstück. Das Schleifband ist nicht endlos, sondern wird nach dem einmaligen Kontakt mit dem Werkstück auf eine Spule für verbrauchtes Schleifband aufgewickelt. Die Oberfläche des Werkstückes wird in zwei Kontaktzonen mit dem Schleifband linienförmig bearbeitet.

[0006] Die erläuterten Verfahren haben sich zur Finishbearbeitung konvexer Werkstückgeometrien bewährt. Mit diesen Verfahren ist jedoch eine vollflächige Bearbeitung nicht möglich, sofern die Werkstückumfangsflächen sowohl konvexe als auch konkave Flächenabschnitte aufweisen, wie dies beispielsweise bei Nockenwellen der Fall sein kann. Denn bei der beschriebenen Bandbearbeitung überspannt das Schleifband die konkaven Bereiche, so dass diese nicht bearbeitet werden können. Zum Finishen dieser Werkstückbereiche werden daher Honsteine eingesetzt. Die Bearbeitung mittels Honsteinen ist jedoch vergleichsweise aufwendig und daher zeitraubend.

[0007] Vor dem Hintergrund der beschriebenen Problematik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein schnelles und effektives Verfahren zur Finishbearbeitung von Werkstücken, insbesondere von Nockenwellen, mit sowohl konvexen als auch konkaven Oberflächenabschnitten am Werkstückumfang anzugeben.

[0008] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Bandfinishbearbeitung von Werkstückumfangsflächen, die konvexe und konkave Flächenabschnitte aufweisen, unter Verwendung eines endlosen und angetriebenen Schleifbandes, wobei das Schleifband mit einem frei gespannten Band-

abschnitt an die konvexen Flächenabschnitte eines Werkstückes angelegt wird und

wobei das Schleifband zur Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte mittels einer Rolle gegen die zu bearbeitende Werkstückfläche gedrückt wird.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine flächige Auflage des Schleifbandes an der zu bearbeitenden Werkstückfläche auch in den konkaven Oberflächenbereichen. Das Band wird mit großen Bandgeschwindigkeiten bewegt, wobei ohne weiteres auch Oszillationsbewegungen überlagert werden können. Es wird mit einer auf den jeweiligen Oberflächenbereich optimal angepassten Werkzeuggeometrie eine Verbesserung der Werkstückoberfläche erzielt. Das erfindungsgemäße Verfahren ist wesentlich effektiver als die Bearbeitung der konkaven Oberflächenabschnitte mit Honsteinen. Die hohe Arbeitsgeschwindigkeit des Schleifbandes ermöglicht große Abtragsgeschwindigkeiten. Das erfindungsgemäße Verfahren ist ferner sehr flexibel, da es weitgehend unabhängig von der Werkstückgeometrie eingesetzt werden kann. Das Band folgt bei der Bearbeitung der vorgegebenen Form des Werkstückes, um insbesondere auf die Oberflächenrauheit einzuwirken.

[0010] Das Schleifband kann über eine Umlenkrolle geführt werden, wobei die Umlenkrolle und das Werkstück zur Bearbeitung der konvexen und konkaven Flächen relativ zueinander verstellt werden. Die Umlenkrolle kann beispielsweise quer zur Bandlaufrichtung verstellt werden, um den Umschlingungswinkel des frei gespannten Bandabschnittes bei der Bearbeitung konvexer Flächenabschnitte zu verändern und an die Krümmung des konvexen Flächenabschnittes anzupassen. Bei der Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte kann die Umlenkrolle beispielsweise in Bandlaufrichtung verstellt werden und hierdurch das Schleifband gegen die zu bearbeitende konkave Werkstückfläche drücken. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, während der Bearbeitung von dem Finishen von konvexen Oberflächenabschnitten auf das Finishen von konkaven Oberflächenabschnitten umzuschalten. Dabei kommen jeweils optimale Bandkonturen für den jeweils zu bearbeitenden Oberflächenabschnitt zum Einsatz.

[0011] Zur Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte kann das Schleifband auch alternativ mittels einer Druckrolle, die quer zur Bandlaufrichtung verstellbar ist und auf den frei gespannten Bandabschnitt wirkt, gegen die konkaven Flächenabschnitte der zu bearbeitenden Werkstückflächen gedrückt werden. Dabei passt sich das Band immer der Form des Werkstückes an, um eine Formänderung zu vermeiden.

[0012] Im Rahmen der Erfindung liegt es, dass das Werkstück während der Bearbeitung gedreht wird und die Zustellbewegung der das Schleifband gegen konkave Flächen drückenden Rolle in Abhängigkeit der Winkelstellung des Werkstücks gesteuert wird.

[0013] Im Rahmen der Erfindung liegt es jedoch auch, dass zunächst die konkaven Flächenabschnitte des

Werkstückes und im Anschluss daran die konvexen Flächenabschnitte bearbeitet werden. Das Werkstück kann hierbei in Ruhe sein, wenn die konkaven Flächenabschnitte bearbeitet werden, während das Werkstück bei der nachfolgenden Bearbeitung der konvexen Flächenabschnitte rotiert. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird die Bandfinishbearbeitung gezielt zur Optimierung der Werkstückoberfläche gesteuert. Die Bandkontur kann individuell an konvexe oder konkave Oberflächenabschnitte angepasst werden.

[0014] Um bei der Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte einen Flächenkontakt mit dem Schleifband zu ermöglichen, weist die Rolle vorzugsweise eine im Vergleich zu Stahl weiche Oberfläche, beispielsweise aus Vulkollan oder Gummi, insbesondere mit niedriger Shorehärte, auf.

[0015] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlich erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1a, 1b ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Bandfinishbearbeitung von Werkstückumfangsflächen mit sowohl konvexen als auch konkaven Flächenabschnitten und
 Fig. 2a, 2b eine alternative Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0016] Die Fig. 1a und 1b zeigen ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Bandfinishbearbeitung von Werkstückumfangsflächen, die konvexe und konkave Flächenabschnitte aufweisen, unter Verwendung eines endlosen und angetriebenen Schleifbandes 1. Bei dem zu bearbeitenden Werkstück handelt es sich im Ausführungsbeispiel um eine Nockenwelle 2. Zur Bearbeitung der konvexen Flächenabschnitte der Nockenwelle 2 wird das Schleifband 1 mit einem frei gespannten Bandabschnitt an die Nockenwelle 2 angelegt (siehe Fig. 1a). Bei der Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte hingegen wird das Schleifband 1 mittels einer Rolle 3 gegen die zu bearbeitende Werkstückfläche gedrückt (siehe Fig. 1b). Das Schleifband 1 wird über die gleichzeitig als Umlenkrolle ausgebildete Rolle 3 geführt. Die Umlenkrolle 3 wird zur Bearbeitung der konvexen und konkaven Flächen der Nockenwelle 2 relativ zu dieser verstellt (siehe Pfeile in den Fig. 1a und 1b). In Fig. 1a wird die Umlenkrolle 3 quer zur Bandlaufrichtung verstellt, um den Umschlingungswinkel α des frei gespannten Bandabschnittes bei der Bearbeitung konvexer Flächenabschnitte zu verändern und an die Krümmung des konvexen Flächenabschnittes anzupassen. In Fig. 1b hingegen wird die Umlenkrolle 3 in Bandlaufrichtung verstellt und drückt so bei der Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte das Schleifband 1 gegen die Nockenwelle 2. Mit einer optimal an die Oberfläche der Nockenwelle 2 angepassten Kontur des Schleifbandes 1 wird bei der Nockenwelle 2 eine Oberflächenverbesserung erzielt.

[0017] In den Fig. 2a und 2b ist ein alternatives erfin-

dungsgemäßes Verfahren dargestellt. Bei diesem Verfahren ist zusätzlich eine Druckrolle 4 vorgesehen, die quer zur Bandlaufrichtung verstellbar ist. Bei der Bearbeitung konvexer Flächenabschnitte befindet sich die Andruckrolle 4 in einer Ruheposition und ist von dem Schleifband 1 beabstandet. Bei der Bearbeitung konkaver Flächenabschnitte wirkt hingegen die Andruckrolle 4 auf den frei gespannten Bandabschnitt und drückt das Schleifband 1 gegen die konkave Werkstückoberfläche. Durch eine Verstellung der Druckrolle 4 kann die Kontur des Schleifbandes 1 damit auch individuell an konkave Werkstückoberflächen angepasst werden.

[0018] Wie aus den Fig. 1a bis 2b ersichtlich ist, wird das Werkstück 2 während der Bearbeitung gedreht. Die Zustellbewegung der das Schleifband gegen die konkaven Werkstückflächen drückenden Rolle 3 bzw. 4 wird in Abhängigkeit der Winkelstellung des Werkstückes 2 gesteuert, so dass die Rolle 3, 4 beim entsprechenden Winkel an der konkaven Fläche anliegt.

[0019] Optimal für die Bearbeitungszeit ist ein Verfahren mit kontinuierlicher Drehung des Werkstückes, wobei die Zustellbewegung der Rolle 3, 4 in der zuvor beschriebenen Weise während der kontinuierlichen Drehung des Werkstückes 2 gesteuert wird. Eine unter die erfindungsgemäße Lehre bestehende Verfahrensvariante besteht darin, dass zunächst die konkaven Flächenabschnitte des Werkstückes 2 unter entsprechender Zustellung der Rolle 3, 4 und im Anschluss daran die konvexen Flächenabschnitte bearbeitet werden, d. h. die in den Fig. 1b bzw. 2b dargestellten Verfahrensschritte werden vor den Verfahrensschritten in den Fig. 1a und 2a durchgeführt. Bei dieser Verfahrensvariante kann vorgesehen werden, dass das Werkstück 2 in Ruhe ist, wenn die konkaven Flächenabschnitte bearbeitet werden, während das Werkstück 2 bei der nachfolgenden Bearbeitung der konvexen Flächenabschnitte rotiert. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, die Bandfinishbearbeitung zur Optimierung der Werkstückoberfläche zu steuern. An der Berührstelle zwischen Schleifband 1 und Werkstück 2 kann während der Bearbeitung zwischen einer konkaven oder einer konvexen Geometrie gewählt werden. Diese Berührkontur kann auch während der Bearbeitung gewechselt werden, so dass das Schleifband 1 jeweils der vorgegebenen Form des Werkstücks 2 folgt und damit nicht die Form des Werkstücks 2 ändert, sondern nur dessen Oberflächenrauheit bearbeitet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bandfinishbearbeitung von Werkstückumfangsflächen, die konvexe und konkave Flächenabschnitte aufweisen, unter Verwendung eines endlosen und angetriebenen Schleifbandes (1), wobei das Schleifband (1) mit einem frei gespannten Bandabschnitt an die konvexen Flächenabschnitte eines Werkstückes (2) angelegt wird und wobei das Schleifband zur Bearbeitung der konk-

ven Flächenabschnitte mittels einer Rolle gegen die zu bearbeitende Werkstückfläche gedrückt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Schleifband (1) über eine Umlenkrolle (3) geführt wird und wobei die Umlenkrolle (3) und das Werkstück (2) zur Bearbeitung der konvexen und konkaven Flächen relativ zueinander verstellt werden. 5
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Umlenkrolle (3) quer zur Bandlaufrichtung verstellt wird, um den Umschlingungswinkel (α) des frei gespannten Bandabschnittes bei der Bearbeitung konvexer Flächenabschnitte zu verändern und an die Krümmung des konvexen Flächenabschnittes anzupassen. 10
15
4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Umlenkrolle (3) in Bandlaufrichtung verstellt wird und bei der Bearbeitung der konkaven Flächenabschnitte des Werkstückes (2) das Schleifband (1) gegen die zu bearbeitende Werkstückfläche drückt. 20
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Schleifband (1) mittels einer Druckrolle (4), die quer zur Bandlaufrichtung verstellbar ist und auf den freigespannten Bandabschnitt wirkt, gegen die konkaven Flächenabschnitte der zu bearbeitenden Werkstückfläche gedrückt wird. 25
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Werkstück (2) während der Bearbeitung gedreht wird und die Zustellbewegung der das Schleifband (1) gegen konkave Flächen drückenden Rolle (3, 4) in Abhängigkeit der Winkelstellung des Werkstückes (2) gesteuert wird. 30
35
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Werkstück (2) während der Bearbeitung kontinuierlich gedreht wird. 40
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei zunächst die konkaven Flächenabschnitte des Werkstückes (2) und im Anschluss daran die konvexen Flächenabschnitte bearbeitet werden. 45
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Werkstück (2) in Ruhe ist, wenn die konkaven Flächenabschnitte bearbeitet werden und wobei das Werkstück (2) während der nachfolgenden Bearbeitung der konvexen Flächenabschnitte rotiert. 50

55

Fig. 1a

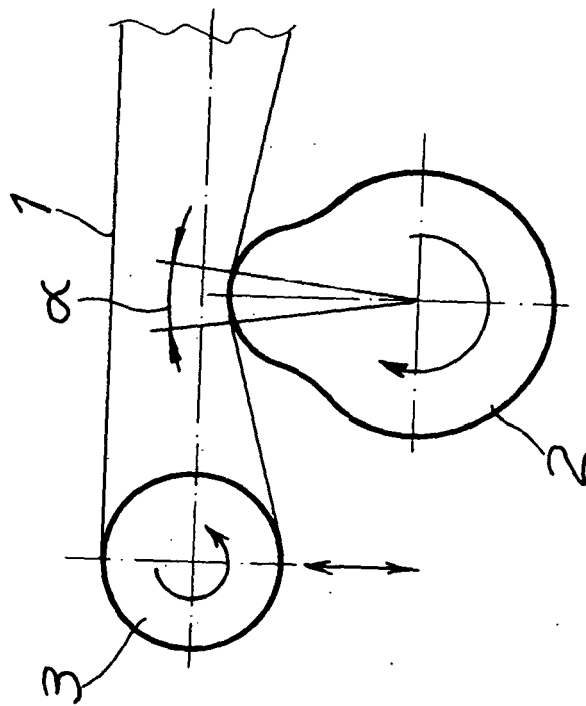


Fig. 1b

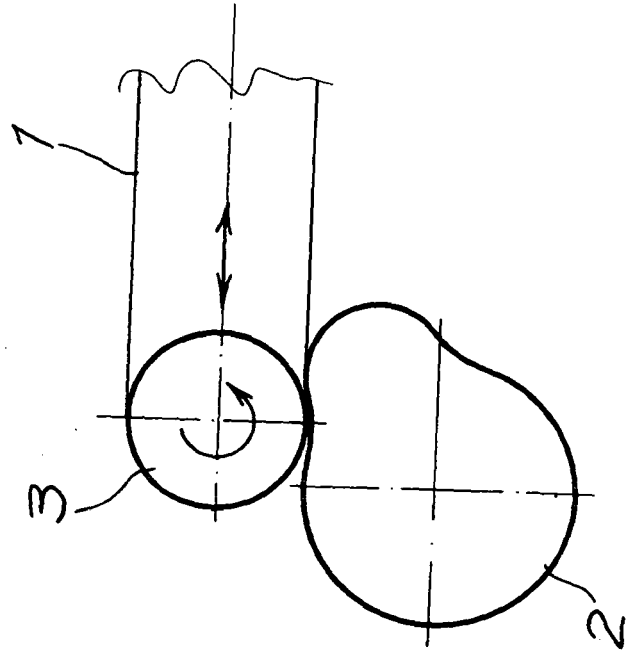


Fig. 2b

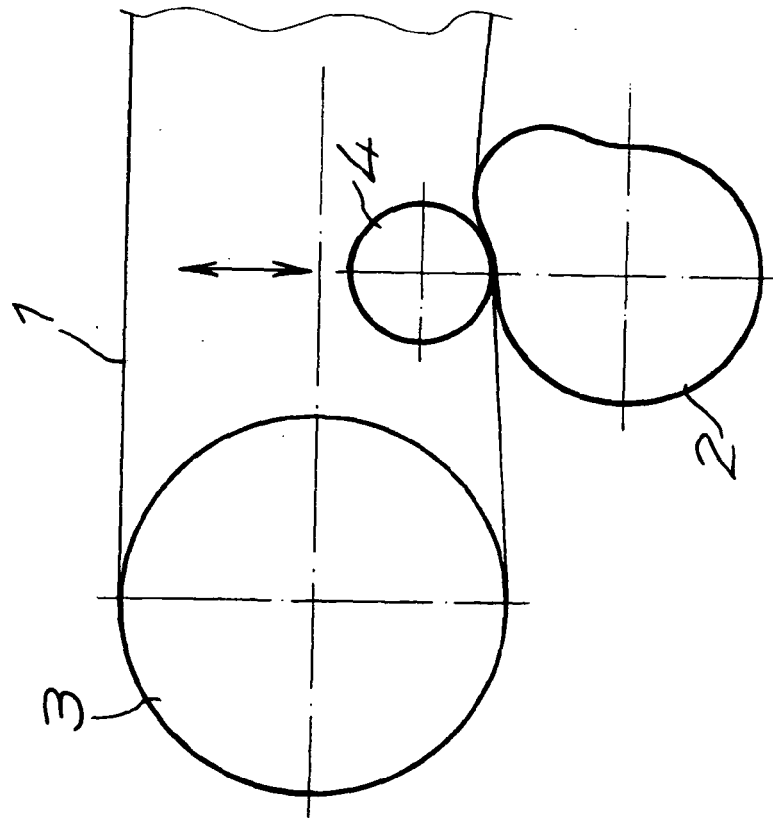
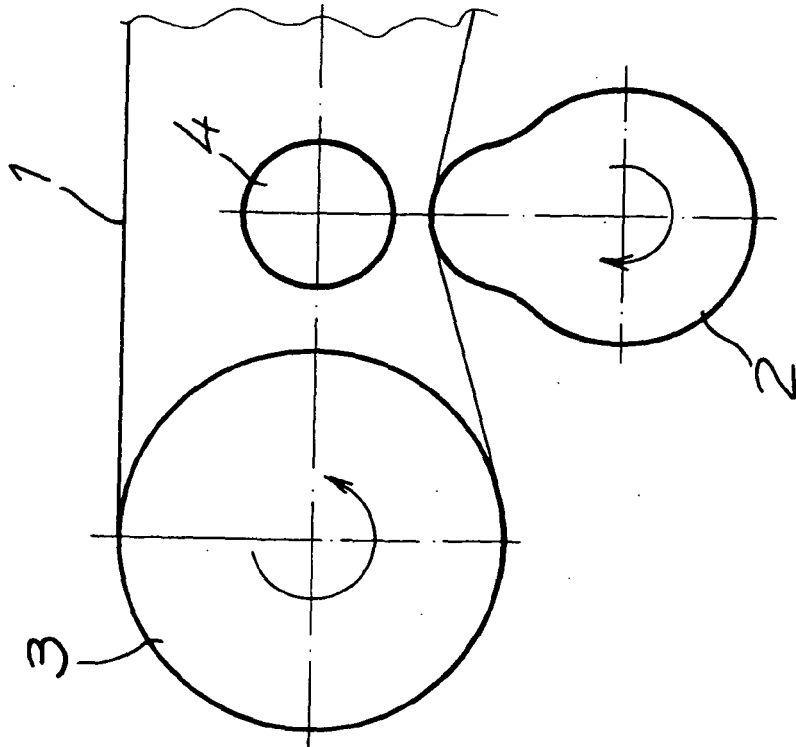


Fig. 2a





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 02 0675

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 40 29 129 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 19. März 1992 (1992-03-19) * das ganze Dokument *	1-9	INV. B24B19/12 B24B21/16
D,A	DE 103 42 135 A1 (THIELENHAUS TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 7. April 2005 (2005-04-07) * Absätze [0012] - [0015]; Abbildung 1 *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Dezember 2007	Prüfer Gelder, Klaus
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 02 0675

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-12-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4029129 A1	19-03-1992	KEINE	
DE 10342135 A1	07-04-2005	EP 1514641 A1	16-03-2005

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10342135 A1 [0002]
- DE 10342139 A1 [0003]
- DE 10342137 A1 [0004]
- US 20040029499 A1 [0005]