



(11) **EP 1 754 558 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.02.2007 Patentblatt 2007/08

(51) Int Cl.:
B22D 30/00 ^(2006.01) **C22F 1/04** ^(2006.01)
C22C 21/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06016394.6**

(22) Anmeldetag: **05.08.2006**

(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 NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **18.08.2005 DE 102005039049**

(71) Anmelder:
• **AUDI AG**
85045 Ingolstadt (DE)

• **KS Aluminium-Technologie AG**
74172 Neckarsulm (DE)

(72) Erfinder:
• **Franchini, Manfred**
74193 Schwaigern (DE)
• **Möding, Herbert**
74177 Bad Friedrichshall (DE)
• **Laudenklos, Manfred**
61137 Schöneck 2 (DE)
• **Nutz, Jörg**
92339 Beilngries (DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Gussteils und Zylinderkurbelgehäuse**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Gussteils (10), insbesondere eines Zylinderkurbelgehäuses mit einer Lagerzone (11) für die Lagerung einer Kurbelwelle für eine Verbrennungskraftmaschine, aus einer Al-Si-Legierung, wobei das Gussteil (10) in einer Gussform gegossen wird. Erfindungsgemäß werden nacheinander folgende Schritte ausgeführt:: das

Gussteil (10) wird abgegossen und der Gießform entnommen, und das Gussteil (10) wird direkt anschließend in Bereichen, die einer hohen mechanischen Belastung ausgesetzt werden, bei einer Temperatur im Solidusbereich abgeschreckt.

EP 1 754 558 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Gussteils, insbesondere eines Zylinderkurbelgehäuses mit einer Lagerzone für die Lagerung einer Kurbelwelle, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Zylinderkurbelgehäuse gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

[0002] Es ist bekannt, zur Verbesserung der Härte und der Rissfestigkeit Gussteile nach dem Guss zu erwärmen und abzuschrecken. Bei Gussteilen aus Aluminiumlegierungen ist es seit langem bekannt, dass diese durch geeignete Wärmebehandlung ausgehärtet werden können. So offenbart die DE10110756A1 ein Gussteil aus einer übereutektischen Al-Si-Legierung, das in einem lokalen Bereich hoher mechanischer Betriebsspannungskonzentration kurzzeitig bis in den schmelzflüssigen Bereich der primären Si-Kristalle erwärmt und dann abgeschreckt wird. Ein ähnliches Verfahren offenbart die EP1239054A1, bei der eine übereutektische Al-Si-Legierung etwa 3 Sekunden oberhalb der Liquidustemperatur bei etwa 650°C erhitzt und anschließend rasch erstarrt wird. Die DE19901508A1 offenbart, dass ein Gussrohling, der nach dem Guss entformt wurde, in hoch belasteten Bereichen lokal einer zusätzlichen Wärmebehandlung von 10-100 Sekunden bei einer Temperatur von 450°C-550°C zu unterziehen. Die auf diese Temperatur erwärmten Bereiche werden anschließend abgeschreckt und der Gussrohling ausgelagert.

[0003] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Gussteils, insbesondere eines Zylinderkurbelgehäuses mit einer Lagerzone für die Lagerung einer Kurbelwelle, verfügbar zu machen, das weniger aufwändig und kostengünstig ist.

[0004] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und des Patentanspruchs 8 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0005] Die erfindungsgemäße Verfahren sieht neben seinen gattungsbildenden Merkmalen vor, dass das Gussteil abgegossen und aus der Gießform entnommen wird und dass das Gussteil direkt anschließend in Bereichen, die einer hohen mechanischen Belastung ausgesetzt werden, bei einer Temperatur im Solidusbereich abgeschreckt wird. Das Gussteil wird dabei nicht zusätzlich wieder erwärmt, sondern das lokale Abschrecken erfolgt im normalen Abkühlvorgang nach dem Gießen. Das Gussteil besteht bevorzugt aus einer Aluminiumlegierung, insbesondere einer übereutektischen Al-Si-Legierung, besonders bevorzugt aus einer AlSi17Cu4Mg-Legierung. Bei dem Abschrecken im Solidusbereich einer AlSiCu-Legierung erfolgt ein Einfrieren des vorher noch gelösten Kupfers aus der AlSiCu-Legierung. Bei einer anschließenden Wärmebehandlung kommt es zu einer Cu-Phasenbildung und damit zur einer Härte- und Festigkeitssteigerung. Es ist kein zusätzlicher Energiebedarf für diese im Prinzip lokale Temperaturbehandlung notwendig, da hierfür die Restwärme des Gussteils au-

ßerhalb des abgeschreckten Bereichs zur Verfügung steht, die nach dem Abschrecken den abgeschreckten Bereich erwärmt. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren entfällt außerdem gegenüber dem Stand der Technik ein zusätzliches Aufschmelzen oder Aufwärmen des Gussteils nach dem Gießen, da das lokale Abschrecken im Abkühlvorgang des Gussteils erfolgt. Daher werden erhebliche Energiekosten eingespart sowie die Produktionszeit verkürzt. Das Gussteil ist bevorzugt ein Zylinderkurbelgehäuse, das in einer Lagerzone zur Lagerung einer Kurbelwelle (Lagerstuhl) lokal abgeschreckt wird.

[0006] In einem günstigen Verfahrensschritt wird das Gussteil bei einer Starttemperatur zwischen 380°C und 500°C, bevorzugt 440°C, abgeschreckt. Der Temperaturbereich ist in einer AlSiCu-Legierung für eine Cu-Phasenbildung notwendig, damit noch ausreichend Cu im Al-Mischkristall gelöst ist, das bei der nachfolgenden Anlassbehandlung zur Ausscheidung zur Verfügung steht. Abhängig von der Anlassstemperatur lassen sich Härten von > 150 HB erzielen

[0007] In einem weiteren günstigen Verfahrensschritt wird das Gussteil zum Abschrecken mit Wasser aus einem Sprühstrahl lokal beaufschlagt. Hierzu ist eine definierte geometrieabhängige Kühleinrichtung erforderlich, um die Ausbautemperatur > 380° C zu gewährleisten. Eventuell ist eine zusätzliche Aufheizung der Formpartien erforderlich.

[0008] Bevorzugt wird das Wasser fein zerstäubt, so dass das Wasser beim Auftreffen auf das Gussteil vollständig verdampft. Der Sprühstrahl kann daher mittels Sprühdüsen besonders präzise lokal wirken und lässt sich gezielt anwenden.

[0009] In einem weiteren günstigen Verfahrensschritt erfolgt das Abschrecken mit einer Rate von 0,8 bis 4,0 K/s, insbesondere 1 bis 1,4 K/s, bevorzugt ca. 1,2 K/s. Die Abschreckdauer beträgt einige Minuten, bevorzugt 1-5 Minuten. Der Kühlvorgang kann nach dem Erreichen eines Temperaturniveaus < 250° C beendet werden.

[0010] In einem weiteren günstigen Verfahrensschritt wird die Abschreckrate und/oder die Starttemperatur beim Abschrecken gewählt, so dass im abgeschreckten Bereich des Gussteils eine Brinellhärte von 115 bis 155 HB, insbesondere 120 bis 150 HB, bevorzugt 125 bis 145 HB erzeugt wird.

[0011] In einem weiteren günstigen Verfahrensschritt wird die Abschreckrate und/oder die Starttemperatur beim Abschrecken gewählt, so dass im abgeschreckten Bereich eine Biegeumlaufestigkeit von 80 bis 100 MPa, insbesondere 85 bis 95 MPa, bevorzugt 89 MPa erzeugt wird. Die Biegeumlaufestigkeit wird bestimmt, indem ein Probenentnommen, in Drehung versetzt und durch eine seitliche Kraffteinleitung mit einem seitlichen Biegemoment beaufschlagt wird.

[0012] Bevorzugt ist eine Verwendung des Verfahrens zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses mit einem Bereich einer Lagerzone einer Kurbelwelle, wobei das Abschrecken im Bereich der Lagerzone der Kurbelwelle erfolgt.

[0013] Weitere Ausbildungsformen und Aspekte der Erfindung werden unabhängig von einer Zusammenfassung in den Patentansprüchen ohne Beschränkung der Allgemeinheit im Folgenden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 im Schnitt eine Prinzipskizze eines bevorzugten Zylinderkurbelgehäuses mit einer Lagerzone für die Lagerung einer Kurbelwelle;

Fig. 2 eine Verteilung der Brinellhärte in einem abgeschreckten Bereich eines Zylinderkurbelgehäuses.

[0014] Fig. 1 zeigt im Schnitt eine Prinzipskizze durch ein bevorzugtes, als Zylinderkurbelgehäuse ausgebildeten Gussteil 10 mit einem Lagerzone 11 für die Lagerung einer zeichnerisch nicht dargestellten Kurbelwelle.

[0015] Das Zylinderkurbelgehäuse 10 weist eine erste und eine zweite Zylinderbank 12, 13 in einer V-Anordnung auf. In einer Basis des V ist die Lagerzone 11 gebildet. Das Zylinderkurbelgehäuse 10 ist im zusammengebauten Zustand auf einer Lagertraverse 14 angeordnet und schließt mit dieser nicht erkennbare Lagerbänke ein, auf denen eine nicht dargestellte Kurbelwelle gelagert ist. Eine Bohrung, deren Querschnitt sowohl in der Lagertraverse 14 als auch in der Lagerzone 11 verläuft, bildet eine Kurbelwellenlagergasse 15. Die Lagertraverse 14 ist über Hauptlagerverschraubungen 16 mit dem Zylinderkurbelgehäuse 10 verbunden

[0016] Erfindungsgemäß wird zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses 10 das Zylinderkurbelgehäuse 10 in einer Gussform gegossen, und nach dem Abgießen des Zylinderkurbelgehäuses 10 das Gießwerkzeug geöffnet und das Zylinderkurbelgehäuse 10 aus der Gießform entnommen. Direkt nach dem Abgießen und Entnehmen wird das Zylinderkurbelgehäuse 10 lokal im Bereich der Lagerzone 11 aus Spritzdüsen mit feinerstäubten Wassertröpfchen bei einer Starttemperatur von vorzugsweise 440°C abgeschreckt. Das Wasser verdampft beim Auftreffen auf das Zylinderkurbelgehäuse 10 vollständig. Vorzugsweise erfolgt das Abschrecken mit einer Rate von 0,8 bis 1,6 K/s, insbesondere 1 bis 1,4 K/s, bevorzugt 1,2 K/s über einen Zeitraum von 4-5 Minuten. Es bildet sich in der Lagerzone 11 eine Brinellhärte von 115 bis 155 HB, insbesondere 120 bis 150 HB, bevorzugt 125 bis 145 HB und eine Biegeumlauffestigkeit von 80 bis 100 MPa, insbesondere 85 bis 95 MPa, bevorzugt 89 MPa.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0017]

- | | |
|----|--|
| 10 | Gussteil (Zylinderkurbelgehäuse) |
| 11 | Lagerzone für die Lagerung einer Kurbelwelle |
| 12 | Zylinderbank |
| 13 | Zylinderbank |

- | | |
|----|---|
| 14 | Lagertraverse |
| 15 | Kurbelwellenlagergasse |
| 16 | Hauptlagerverschraubung |
| 17 | relevanter Bereich bzgl. Lagerstuhlfestigkeit |

5

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Gussteils (10), insbesondere eines Zylinderkurbelgehäuses mit einer Lagerzone (11) für die Lagerung einer Kurbelwelle für eine Verbrennungskraftmaschine, aus einer Al-Si-Legierung, wobei das Gussteil (10) in einer Gussform gegossen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** folgende Schritte nacheinander ausgeführt werden:

10

- das Gussteil (10) wird abgegossen und der Gießform entnommen,
- das Gussteil (10) wird direkt anschließend in Bereichen, die einer hohen mechanischen Belastung ausgesetzt werden, bei einer Temperatur im Solidusbereich abgeschreckt.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gussteil (10) bei einer Starttemperatur zwischen 380°C und 500°C, bevorzugt 440°C, abgeschreckt wird, wobei die Kühlparameter - unabhängig vom Erstarrungsverlauf- so gewählt werden, dass beim Ausbau des Gussteils das Temperaturniveau >380° C sichergestellt ist.

20

30

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei ungünstigen geometrischen Verhältnissen durch zusätzlichen Wärmeeintrag das Temperaturniveau > 380° C eingestellt wird.

35

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gussteil (10) zum Abschrecken mit Wasser aus einem Sprühstrahl lokal beaufschlagt wird.

40

5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wasser fein zerstäubt wird, so dass das Wasser beim Auftreffen auf das Gussteil vollständig verdampft.

45

6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abschrecken mit einer Rate von 0,8 bis 4,0 K/s, insbesondere 1 bis 1,4 K/s, bevorzugt 1,2 K/s erfolgt.

50

7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abschrecken mehrere Minuten erfolgt.

55

8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

im abgeschreckten Bereich des Gussteils (10) eine Brinellhärte von 115 bis 155 HB, insbesondere 120 bis 150 HB, bevorzugt 115 bis 145 HB erzeugt wird.

9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im abgeschreckten Bereich eine Biegeumlauf Festigkeit von 80 bis 100 MPa, insbesondere 85 bis 95 MPa, bevorzugt 89 MPa erzeugt wird.

10. Zylinderkurbelgehäuse aus einer AlSiCu-Legierung mit einer Lagerzone (11) zur Lagerung einer Kurbelwelle, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerzone (11) erstarrt ist, wobei in der Abkühlphase nach dem Abgießen und Entnehmen aus einer Gießform der Bereich der Lagerzone (11) bei einer Solidustemperatur abgeschreckt wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

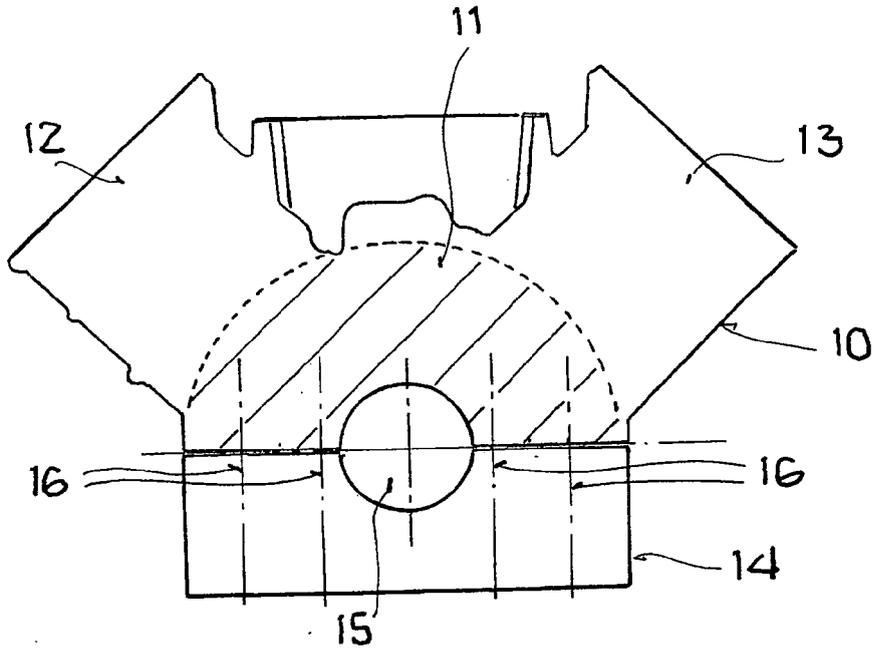


FIG. 1

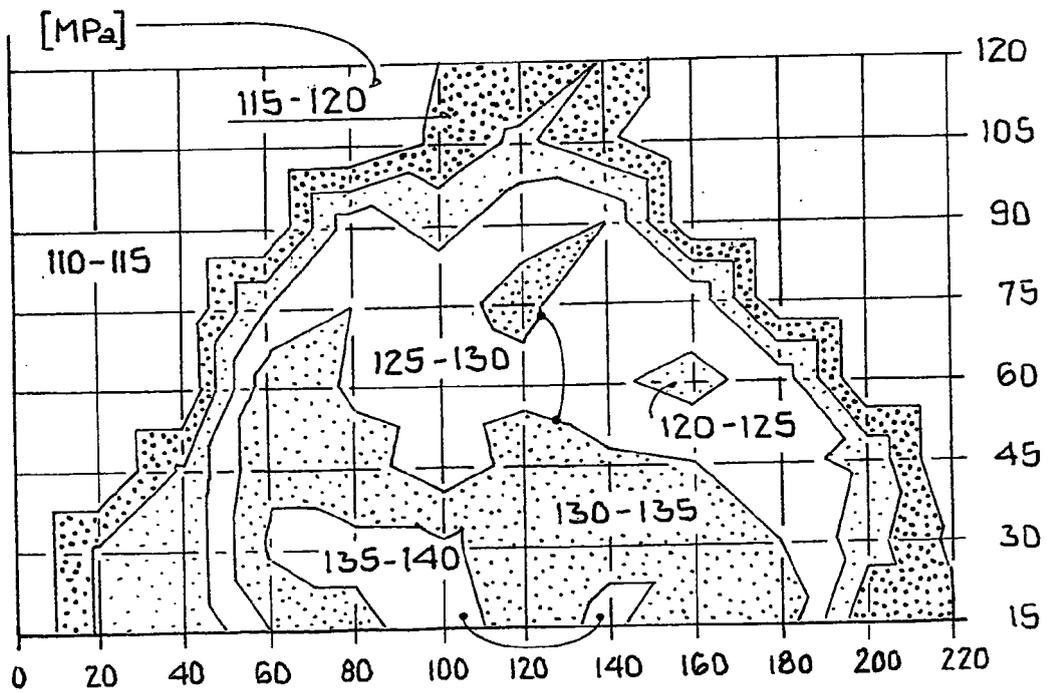


FIG. 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2005/103407 A1 (MASUDA TSUTOMU [JP] ET AL) 19. Mai 2005 (2005-05-19) * Absatz [0011] - Absatz [0150] * * Abbildungen 1-12 *	1,2,4-10	INV. B22D30/00 C22F1/04 C22C21/00
X	WO 02/48419 A2 (TENEDORA NEMAK S A DE C V [MX]) 20. Juni 2002 (2002-06-20) * das ganze Dokument *	1-9	
X	J.R. DAVIS: "aLUMINIUM AND ALUMINIUM ALLOYS" 1996, ASM INTERNATIONAL, MATERIALS PARK, OHIO, XP002404173 * Seite 714 - Seite 715 *	10	
A	EP 1 020 540 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 19. Juli 2000 (2000-07-19) * Absatz [0007] - Absatz [0014] *		
A	JP 05 017815 A (TOYOTA MOTOR CORP) 26. Januar 1993 (1993-01-26) * Zusammenfassung *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	US 5 922 147 A (VALTIERRA-GALLARDO SALVADOR [MX] ET AL) 13. Juli 1999 (1999-07-13) * das ganze Dokument *		B22D C22F C22C
A	DE 100 16 187 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 25. Oktober 2001 (2001-10-25) * das ganze Dokument *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. Oktober 2006	Prüfer Zimmermann, Frank
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 Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04/C03)

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

EP 06 01 6394

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.

31-10-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005103407	A1	19-05-2005	CN 1618550 A	25-05-2005
			JP 2005169498 A	30-06-2005

WO 0248419	A2	20-06-2002	US 6224693 B1	01-05-2001

EP 1020540	A1	19-07-2000	DE 19901508 A1	17-08-2000

JP 5017815	A	26-01-1993	KEINE	

US 5922147	A	13-07-1999	BR 9602348 A	01-09-1998
			CA 2177019 A1	20-11-1996
			DE 69618710 D1	14-03-2002
			DE 69618710 T2	12-09-2002
			EP 0743372 A1	20-11-1996
			ES 2169173 T3	01-07-2002
			JP 9228010 A	02-09-1997

DE 10016187	A1	25-10-2001	FR 2807067 A1	05-10-2001

EPO FORM P0481

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 10110756 A1 [0002]
- EP 1239054 A1 [0002]
- DE 19901508 A1 [0002]